النفايات الخطرة

سلسلة
دائرة المعارف البيئية

النفايات الخطرة

تأليـــف

الاستاذ الدكتور/ احمد عبد الوهاب عبد الجواد
أستاذ علم تلوث البيئه - جامعة الزقازيق

الدار العربية للنشر والتوزيع



• حقوق النشر

سلسلة
دائرة المعارف البيئية
النفايات الخطرة

الطبعة الأولى ١٩٩٢

I. S. B. N. 977 – 258 – 023 – 3
رقم الإيداع : ١٩٥٨ / ١٩٩٢

٣٢ ش عباس العقاد مدينة نصر – القاهرة
ت : ٢٦٢٣٣٧٧ – ٢٦٢٥١٥٢

بسم الله الرحمن الرحيم

" ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون "

صدق الله العظيم

قرآن كريم

الروم : آية ٤١.

تقديم

البيئة هى قضية اليوم ، إذ تؤثر على صحة الناس فى القرية وفى المدينة، فى الطريق وفى المصنع وفى الحقل . والبيئة هى قضية الغد ، إذ تؤثر على الموارد الطبيعية كالأرض وخصوبتها ، والمياه ونقائها وما فيها من ثروات سمكية . وليس الإهتمام بقضايا البيئة ترفا يقصد إلى صون جمال ماحولنا ونقائه ، ولكنه إهتمام يتصل ببقاء الإنسان وصحتة ، وانتاج موارده، ويتصل كذلك بمسئولياتة تجاة الأجيال التالية من أولاده وأحفادة .

السبيل إلى الاهتمام بقضايا البيئة هو المعارف التى تعين على ادراك أبعاد هذه القضايا . ومن هنا بكون الترحيب كل الترحيب بهذه المجموعة النفيسة من الكتب العلمية التى تتناول قضايا البيئة بالشرح والتبيان العلمى الذى يجمع بين الوضوح والدقة . وهى مميزات نحمدها للمؤلف الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد الذى عكف على دراسة قضايا البيئة دراسات حقلية فى أرض مصر ، ريفها وحضرها .

هذه المجموعة من الكتب العلمية التى تتناول قضايا البيئة من نواحيها المختلفة ، تسد فجوة فى المكتبة العلمية العربية ، إذ سيجد فيها القارىء مادة للثقافة البيئية ، وسيجد فيها طلاب العلم والباحثون زادا علميا يعينهم على التوسع والتعمق فى البحث والدراسة ، ولذلك نحمد للدار العربية للنشر والتوزيع نهوضها بواجب نشر هذه السلسلة التى يتألف منها - إن شاء الله - دائرة للمعارف البيئية .

تحيات للمؤلف ، والناشر ، ودعاء لهم بالتوفيق .

القاهرة يناير ١٩٩١

محمد عبد الفتاح القصاص

نبذه عن مؤلف هذه السلسلة

مؤلف هذه السلسلة من الكتب هو الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد أستاذ علم تلوث البيئة بكلية الزراعة بمشتهر - جامعة الزقازيق فرع بنها - حاصل على درجة الدكتوراة فلسفة فى العلوم الزراعية عام ١٩٦٨ وحاصل على درجة الدكتوراه علوم .D.Sc فى تلوث البيئة عام ١٩٧٥ وفائز بجائزة الدولة التشجيعية فى التربية البيئية عام ١٩٨٦ وفائز بمنحة الكسندرفون هوم بولدت عام ١٩٧٤ ، ويعمل كسكرتير عام للجمعية المصرية لعلوم السميات ، وسكرتير عام للجمعية القومية لحماية البيئة ، وعضو مجلس بحوث البيئة بأكاديمية البحث العلمى ، وعضو فى العديد من الجمعيات العلمية ، بمصر والخارج قدم للمشاهدين المصريين من خلال شاشة التليفزيون المصرى ٨٠ حلقة عن تلوث البيئة ، وكيفية حمايتها ، والآثار الجانبية الناجمة عن تلوث البيئة على كل من الإنسان ، والحيوان ، والنبات. وقام بنشر أكثر من ١٢٠ بحث فى مجال تلوث البيئة وحمايتها .

إهداء

إلى زوجتي وأبنائي

أهدي هذا الكتاب

أحمد عبد الوهاب

مقدمة الناشر

يتزايد الإهتمام باللغة العربية يوما بعد يوم ، ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما إمتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالا ونساء ، طلابا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة ، التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة أستوعبت - فيما مضى - علم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ، فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوربا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد فى العلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتاب المترجم عن العربية لأبن سينا وابن الهيثم أو الفارابى وابن خلدون وغيرهم من العمالقة العرب . ولم ينكر الأوربيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة العرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة ومايستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور، وأبعدها

عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكيه فى بيروت درّستا الطب باللغة العربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو ترجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتب ممتازة لاتقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أم حسن التعبير ، أم براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجال لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابا لمرضاته ، ورجال تأثرو بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قالة الحاكم الفرنسى لجيشة الزاحف الى الجزائر : (علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة).

فهل لى أن أوجة النداء إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكافية باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع علو رر العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والاساتذة بالتعريب ، نظرا لأن استعمال اللغة القومية

فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلا للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى مسلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقدا وأمراضا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، واسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمه من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنا من غيرها ؟!

وأخيرا ... وتمشياً مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين على إعداد مناهج التفكير العلمى وطرائقة إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحداً من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا .. ننفذ عهدا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه فى خدمة لغة الوحى ، وفيما أرادة الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم (وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسولة والمؤمنون ، وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون)

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المحتويات

الموضوع | رقم الصفحه

مقدمة

تعريف النفايات الخطرة

يقصد بالنفاية waste أية مادة لم يَعُدْ لها قيمة فى الاستعمال . أما إذا كانت هذه المادة – أو تلك المواد – يمكن إعادة استخدام أحد أجزائها أو مركباتها مرة أخرى .. فلا يمكن أن يطلق عليها نفاية .

وعلى ذلك يقصد بالنفايات الخطرة : "تلك النفايات التى تحتوى على عناصر أو مركبات تؤثر تأثيرا مزمنا خطيرا على صحة الإنسان والبيئة ، ولها القدرة على البقاء لدرجة كبيرة".

ولا يمكن تطبيق هذا التعريف على كل النفايات الخطيرة ؛ حيث إن هناك نفايات خطيرة ، يمكن إعادة استعمال بعض أجزائها أو الاستفادة بها كما هى . وبرغم ذلك .. فربما لاتتمكن الصناعة من ذلك ، إلا أنها تعتبر نفايات خطرة ؛ لذلك عرّفت الامم المتحدة النفايات الخطرة بأنها "النفايات"، بخلاف النفايات المشعة التى لها القدرة على التفاعل الكيماوى السام ، أو التى تسبب انفجاراً ، أو التى تسبب تآكلا ً أو التى تسبب أضراراً صحية للانسان أو للبيئة ، سواء بسبب النفاية ذاتها ، أم أحد مشتقاتها ، أم ماينتج منها ، سواء عند إنتاجها ، أم عند خزنها ، أم عند نقلها .

وعلى ذلك .. فالنفايات الخطرة تأخذ الصورة الصلبة أو السائلة أو الغازيةأو شكل الروبة أو الأوعية الملوثة ، وهى الواردة – أساسا – من الأنشطة الزراعية أو الصناعية أو الكيماوية .

ويمكن أن تعرف على أنها "المواد التى لا يمكن تداولها بأمان" . وعلى ذلك يمكن القول :

١ - إن النفايات المشعة - بجميع أنواعها - تعتبر نفايات شديدة الخطورة ، ولا تعتبر من النفايات الخطرة ؛ حيث أجمعت جميع الدول على إجراءات أمنية خاصة بهذه النفايات ، وكيفية التخلص منها .

٢ - هناك نفايات تنتج -باستمرار - نتيجة للنشاط الإنسانى ، وتحتوى على كميات صغيرة من النفايات الصلبة - عادة - مثل الزئبق ، والبطاريات الجافة ، والمذيبات العضوية ، ونواتج الطلاءات ، وبرغم أن هذه النفايات يتم معالجتها بطرق مختلفة إلا أن بعض الدول المتقدمة قد أصبحت اليوم تولى هذه المشكلة أهمية كبرى ، لما تحويه هذه المواد من مواد خطرة على الصحة .

٣ - فى حالة الكميات المصغرة من النفايات الخطرة .. تُحبذ بعض الدول إزالتها من القمامة ؛ مثل الأجهزة الموجودة فى القمامة ، والبعض الآخر يعتبرها كميات لاتؤثر .

٤ - بينما فى حالات الكميات الكبيرة يفضل فصلها عن القمامة العادية على اعتبار أن هذه الكميات تؤثر على البيئة . وفى حالة إلقاء هذه الكميات مع القمامة تحتاج العملية إلى إعادة معالجة هذه القمامة معالجة كبيرة ؛ لذلك يفضل بعض الدول معالجة هذه النفايات على أنها قمامة ؛ تجنبا لتكاليف معالجة هذه الكميات الكبيرة ، وتفاديا لمخالفة القوانين التى تؤكد حماية البيئة منها ؛ مثل نفايات مصانع المعادن ، والنفايات الزراعية.

كوارث بيئية من النفايات الخطرة

ومعظم الدول تعالج النفايات السائلة منفصلة عن النفايات الخطرة ؛ فعادة .. تقوم الولايات المتحدة بتخزين النفايات السائلة فى مستنقعات أو براميل ؛ حيث يتم معاملتها تحت ظروف محكمة ، خاصة إذا علمنا أن صرف هذه المواد فى المصادر المائية يتيح فرصة تلوث المياه الجوفية ؛ لذلك.. يجب تجنب إلقاء هذه المخلفات فى المصادر المائية الجارية ، مثل المحيطات والبحار والأنهار والترع ، ولكن تخصص لها بحيرات أو برك خاصة تتم معاملتها بها .

وتعتمد درجة خطورة النفايات الخطرة على نوعيتها ، والأضرار التى تحدث بالإنسان والبيئة ؛ فهناك نفايات خطرة جدا ولكنها تبثّ فى البيئة بكميات صغيرة ، وهناك نفايات أقل خطورة ولكنها تبثّ فى البيئة بكميات كبيرة ؛ فعلى سبيل المثال .. فإن النفايات الخطرة جدا هى المذيبات ذات نقطة الاشتعال المنخفضة ، والمبيدات العالية السمية التى تبث فى البيئة عشرات السنين ؛ مثل Polychlerinated Bipharyles PCBS . أما النوع الثانى من النفايات الخطرة - والتى تتواجد بكميات كبيرة - فمن

أمثلتها الروبات التى تخرج من المصانع ، وعجينة الجبس المحتوى على فوسفور ، وعجينة الجير ، ونفايات عمليات التعدين.

يرجع سبب اهتمام العالم - منذ ۱۰ - ١٥ سنة مضت - بمشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة إلى حدوث عدة كوارث بيئية فى العالم ، نتيجة هذه الملوثات الخطرة ، نذكر منها - على سبيل المثال لا الحصر - ما يأتى :

١ - كارثة اليابان عام ١٩٦٠ عندما توفيت أعداد كبيرة من المواطنين ؛ نتيجة تناولهم أسماك ملوثة بالزئبق ، كان قد سبق التخلص منه فى مياه البحر .

٢ - كارثة انجلترا عام ١٩٧٢ ، عندما أثارت الجهات الشعبية اكتشافها لبؤر ، يتم فيها حرق أملاح السيانيد فى أماكن خالية يلعب فيها الأطفال ، وبعدها بعشرة أيام تم إصدار القوانين التى تمنع ذلك .

٣ - بعد اكتشاف الملوثات التى نتجت عن دفن النفايات الخطرة فى الماضى ، ثم استخدام وسائل حماية صارمة من عام ١٩٧٦ لدفن هذه النفايات .

هذا وقد تؤدى النفايات الخطرة إلى إحداث مشاكل صحية على المدى القصير ، وقد تحدث هذه المشاكل على المدى الطويل .

إن تكاليف اتخاذ إجراءات للحماية من النفايات الخطرة فى الدول المتقدمة ربما لا يكلف كثيرا ، ولكن إزالة أضرار دفن النفايات فى الماضى هو الذى يكلف كثيرا ، فعلى سبيل المثال .. تتكلف هذه الإجراءات فى

الحالة التالية من ١٠ - ١٠٠ ضعف ما تتكلف فى الحالة الأولى ؛ ولذلك تحاول الدول المتقدمة فى الوقت الحالى اتخاذ كافة إجراءات حماية البيئة من التخلص من هذه النفايات ؛ توفيراً للتكاليف ، فى المستقبل .

وعموما .. يتوقف مدى خطورة النفايات على مايأتى :

١ - مدى تفاعلها (تحدث حرائق - انفجارات - صرف) .

٢ - تأثيرها البيولوجى (سميتها على المدى الطويل والمدى القصير ، وسميتها البيئية) .

٣ - مدى بقائها (لمدة طويلة ، أو تحدث إزالة للسمية ، أو تؤثر عليها عوامل كبيرة) .

٤ - آثار جانبية صحية (معدى - أو ممرض) .

٥ - الظروف المحيطة بدفن النفايات (درجة الحراره - التربة - الماء - الرطوبة - الضوء - إلخ ...) .

أسس وسائل الحماية من النفايات الخطرة

تعتمد الحماية القومية من النفايات الخطرة على أربعة أسس ، هى:

١ - مدى جدية القوانين والقرارات .

٢ - مدى كفاءة الأجهزة ووسائل الحماية .

٣ - مدى إمكانية إعادة استخلاص المواد الأولية من هذه النفايات والاستفادة منها .

٤ - مدى كفاءة السادة المسئولين عن هذه المهمة علميا وفنيا ، سواء أكانوا حكوميين ، أم مدنيين ، أم شعبيين ، أم سياسيين .

وتعتمد كفاءة نظام التخلص من هذه النفايات على هذه الأسس الأربعة، بالاضافة إلى مايأتى :

١ - ضرورة وجود معلومات مضبوطة عن كميات هذه النفايات .

٢ - استراتيجية قوية للتخلص من هذه النفايات ، وتقديم كافة الإمكانات ، للوصول إلى ذلك .

٣ - توفير وسائل الحماية من نقل وتخزين ومعالجة.

٤ - تضافر جهود الحكومة ؛ لتوفير المعدات ووسائل النقل ووسائل الدفن والمعالجة .

تضافر الجهود الدولية للتخلص من النفايات الخطرة

لقد تضافرت جهود مجموعة من المنظمات الدولية ؛ لوضع أسلوب سليم للتخلص من النفايات الخطرة . ويتضح ذلك فيما يلى :

- فى عام ١٩٨٣ نشرت هيئة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة دليلاً لكيفية التخلص من هذه النفايات الصلبة والوقاية منها.

- وفى أواخر عام ١٩٨٥ تمكنت مجموعه العمل المسماة "آن آد هوك" "An Ad hoc" من وضع برنامج متكامل للتخلص من النفايات الخطرة سمى "Cairo guide lines" عن السياسات والقوانين اللازمة للتخلص من النفايات الصلبة .

- وفى عام ١٩٨٥ نشر برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة تقريرا كاملا عن كيفية معاملة النفايات الخطرة التى تحتوى على كيماويات خاصة ،

وكيفية التخلص منها .

– وفى عام ١٩٨٦ تعاونت عدة منظمات دولية لنشر دليل عن سياسيات واستراتيجيات التخلص من النفايات الخطرة فى آسيا والباسفيك.

– تعاونت عدة منظمات دولية مع منظمه التعاون الدولى الاقتصادى على وضع برنامج لحركة النفايات الخطرة ، كما قامت بوضع مواصفات وأسماء للمواد الخطرة .

كميات النفايات الخطرة المنتجة

ليس من السهل الحصول على بيانات عن كمية النفايات الخطرة التى يتم التخلص منها فى أية دولة من دول العالم . وعموما .. ترجع هذه الصعوبة إلى اختلاف الدول فى تعريفها للنفايات الخطرة .

ولقد قدر العلماء ما تنتجه الدول الأوربية الغربية من هذه النفايات بما يوازى ...٥ طن لكل كمية من المنتجات الصناعية تعادل بليون دولار أمريكى . ويقدر ماتنتجه أمريكا بـ (...٧٥) طن ؛ ويرجع كبر هذا الرقم إلى إضافة النفايات الصلبة السائلة فى الحسبان .

أما بالنسبة لكندا .. فإن كمية ماتنتجه كندا هو ...ر١ طن . وتقدر كميات النفايات الصلبة التى تنتجها روسيا بـ ...ر١ طن لكل كمية من المنتجات الصناعية توازى بليون دولار أمريكى . وتقدر هذه الكمية للدول الداخلة حديثا فى التصنيع بـ ...٢ طن ، بينما يقدر الإنتاج فى الدول النامية بـ ...١ طن .

وعموما يبلغ عدد الدول - التى تنتج كميات من النفايات الخطرة أقل من ...ر.١ طن فى العام - ١٢٨ دولة . أما الدول التى تنتج ...ر.١ - ... ر..١ طن سنويا فعددها ٣٤ دولة . أما عدد الدول التى تنتج من ...ر..١ - مليون واحد فحوالى ٢٥ دولة. والدول التى تنتج أكثر من مليون طن سنويا هى ٧ دول .

ولقد نجحت بعض الدول - خلال السنوات العشر الماضية - فى التحكم فى كميات النفايات الخطرة . ويرجع ذلك إلى :

١ - نجاح القوانين والقرارات فى حزم هذه المشكلة .
٢ - التحكم فى عملية نقل النفايات الخطرة .
٣ - نجاح معالجة هذه النفايات .
٤ - نجاح استخدام وسائل هندسية تتيح تقليل إنتاج هذه النفايات .
٥ - نجاح وسائل جمع ونقل هذه الملوثات .

مشاكل التخلص من النفايات الخطرة فى الدول النامية

تعانى الدول النامية عدة من مشاكل فى مجال التخلص من النفايات الخطرة، وتتمثل هذه المشكلات فيما يلى .

١ - وسائل الحد من إنتاج هذه المواد تعتبر ضعيفة للغاية :
عادة .. تلجأ الدول النامية إلى استخدام المقالب المفتوحة كوسيلة سائدة للتخلص من النفايات الخطرة . وعادة لا تلقى هذه المقالب أية وسائل للتحكم فى خطورة هذه المواد . وعادة .. تعيش طائفة الزبالين بين هذه المقالب .

كما تلعب هذه المقالب دورا خطيرا فى تلويث المياه . وطبيعا .. تحتاج هذه المقالب إلى وسائل حماية متكاملة ؛ للحد من الأضرار الناتجة عنها ، خاصة إذا علمنا أن معظم هذه المقالب المفتوحة تلعب دورا هاما فى تلوث المياه فى هذه الدول ؛ ولذلك يجب وضع برامج متكاملة للتخطيط لهذه المقالب المفتوحة ؛ لتجنب آثارها الضارة بالبيئة فى الدول النامية .

وعموما .. فالإجراءات التى تتخذ لمعالجة تلوث الهواء والماء .. عادة ماتكون ضعيفة جدا ، ولو فُرِضَ حدوثها .. فإن الملوثات الناتجة من الطين بعد جفافه أو من الأتربة .. غالبا ماتحوى نفايات خطرة على الصحة . كما أن الإجراءات المنفردة - لمعالجة مشكلة واحدة من مشاكل التلوث بإحدى النفايات الخطرة - تعتبر غير كافية إذا لم تتخذ كل الإجراءات لمواجهة مشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة ، ومشكلة تلوث الماء ، ومشكلة تلوث الهواء كمشكلة واحدة تحتاج إلى الحلول من جميع الوجوده .

٢ - عدم دراية منتجى هذه النفايات بأضرارها :

إن جهل منتجى هذه النفايات فى الدول النامية يلعب دورا كبيرا فى سوء التعامل مع هذه المواد ؛ فقد تكون الكمية المنتجة صغيرة ولكن الأضرار الناتجة عنها تكون كبيرة فمثلا نفايات المبيدات - وكذا أوعية المبيدات - تعتبر شديدة السمية للإنسان ولمصادر المياه الأرضية .

٣ - تخزين النفايات دون معاملة فى مقالب بجوار المصانع :

عادة ماتقوم المصانع - فى بعض الدول - بتخزين نفايات فى مواقع بجوار المصانع فى غياب أية وسيلة من وسائل المعالجة ، ثم تفاجأ المصانع بعد خمسة أعوام أو عشرة ، أو خمسة عشر عاما بأن مشاكل تلوث البيئة

تبدو واضحة ، وتصبح أضرارها الصحية خطرة . ويتحتم اتخاذ كافة الإجراءات ؛ للحد من الأضرار الناتجة عنها .

٤ - الإمكانات المحدودة :

تلعب الإمكانات دورها فى الدول النامية فى مشكلة التخلص من النفايات الخطرة ، بالإضافة إلى قلة الخبرات الماهرة فى هذا المجال ؛ فعادة.. تحتاج معالجة مثل هذه النفايات أو وسائل الحد من إنتاجها إلى تكنولوجيا خاصة ، تكون تكاليفها خارج حدود إمكانات هذه الدول . ويؤدى ذلك عادة إلى إيقاف جميع الإجراءات التى تتخذ من أجل الحد من إنتاج هذه النفايات أو معالجتها ، حتى ولو كانت التشريعات تحتم ذلك .

٥ - الأسباب السياسية والاجتماعية :

تلعب الأمية الثقافية للمواطنين - بخصوص الأضرار الصحية الناتجة عن هذه النفايات وأثرها على البيئة والمحيط الحيوى - دورا هاما فى اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من هذه الملوثات ؛ حيث توجه الدول النامية أول اهتماماتها إلى زيادة الإنتاج لسد أفواه الأعداد الهائلة من السكان التى تحتاج إلى الغذاء ، دون أدنى اهتمام - أو باهتمام قليل - بمشكلة النفايات الخطرة . وعادة توجه الحلول إلى المشاكل القصيرة الأجل وليست الطويلة الأجل .

تصنيف النفايات الخطرة

عادة .. تصنف النفايات الخطرة طبقا لنوعها كما هو مبين فى الجدول رقم (١)

جدول (١) : تصنيف النفايات الخطرة طبقاً لنوعها .

النفايات	الزراعة الغابات ومصانع الأغذية	استخراج المعادن	مصانع انتاج الطاقة	مصانع المعادن	مصانع المعادن غير المعدنية	مصانع الكيماويات	بضائع معدنية	مصانع منسوجات وحلوى	مصانع الورق والطباعة	مصانع الأدوية	المحلات التجارية
١- نفايات غير عضوية											
أحماض وقلويات	x	--	x	x	--	x	x	x	x	--	--
نفايات سيانيد	--	--	--	x	--	--	--	--	--	--	--
عناصر ثقيلة	--	--	--	x	x	x	x	--	--	--	--
اسبستوس	--	--	--	--	x	x	--	--	--	--	--
نفايات صلبة	--	--	--	x	--	x	x	--	--	--	--
٢- نفايات زيتية	--	--	--	--	--	--	--	x	--	--	--
٣- نفايات عضوية											
مذيبات مكلورة	--	--	--	--	--	x	x	x	--	--	--
مزيبات غير مكلورة	x	--	--	--	--	x	x	x	x	--	--

جدول (١) : يتبع .

النفايات	الزراعة الغابات ومصانع الأغذية	استخراج المعادن	مصانع انتاج الطاقة	مصانع المعادن	مصانع المعادن غير المعدنية	مصانع الكيماويات	بضائع معدنية	مصانع منسوجات وحلوى	مصانع الورق والطباعة	مصانع الأدوية	المحلات التجارية
نفايات PCB	--	--	--	--	--	x	x	--	--	--	--
مواد طلاء وريزنيات	--	--	--	--	--	x	x	x	x	--	--
نفايات بيولوجية سامة	x	--	--	--	x	x	x	x	x	--	--
نفايات عضوية كيماوية	--	--	x	x	--	x	--	--	--	--	--
نفايات خطرة	--	x	x	--	--	x	--	--	--	--	--
٤ - نفايات مختلفة											
نفايات معدية	x	--	--	--	--	--	--	--	--	x	--
نفايات معملية	--	--	--	--	--	x	--	--	--	x	--
نفايات متفجرة	--	--	--	--	--	x	x	--	--	--	x

تصنيف النفايات الخطرة من حيث أثرها على الصحة والبيئة

يضم هذا التصنيف أمثلة لأهم الملوثات من النفايات الصلبة . ويمكن تقسيم هذه الملوثات إلى أقسام أخرى .

أولا : النفايات غير العضوية Inorganic Wastes

- الأحماض والقلويات :تعتبر الأحماض والقلويات من أهم أفراد هذه المجموعة . وعادة .. تخرج هذه الأحماض والقلويات من عديد من مراحل الصناعة ، تختلف فى النوع والكمية . وعادة تنتج نفايات الأحماض رئيسيا أثناء عملية تلميع المعادن . وترجع خطورة الأحماض والقلويات إلى قدرتها الفائقة على عملية التآكل ، بالإضافة إلى اشتداد الضرر فى حالة وجود مواد سامة .

- نفايات السيانيد : وتنتج - عادة - أثناء عملية تلميع المعادن وعند معاملة بعض أنواع الصلب بالحرارة . وترجع خطورة السيانيدات إلى شدة سميتها للإنسان .

- العناصر الثقيلة : وتضم العناصر الثقيلة ؛ مثل الزنك والكالسيوم والكروم والرصاص والزئبق والزنك والنحاس والنيكل . وعادة تنتج هذه العناصر من عديد من الصناعات ؛ مثل مواد الصباغة ، وصناعة الكلوريد، والبطاريات ، والأنسجة ، وإنتاج المعادن وغيرها .

- نفايات الإسبستوس : تنتج نفايات الإسبستوس من محطات القوى ، ومن مصانع إنشاء المصانع ، ومن محطات الغازات ، ومن المستشفيات . كما تنتج نفايات الإسبستوس من عديد من الصناعات ؛ مثل البناء ، وإنشاء الخطوط الحديدية ، وغير ذلك .

وترجع خطورة الأسبستوس إلى ضرره الناتج من استنشاق الألياف والأتربة ، التى عادة ما تسبب أمراض السرطان . وتعتبر أنابيب الأسبستوس الأسمنتى أقل ضررا من استنشاق الأتربة والألياف للأسبستوس.

- بقايا صلبة أخرى : يحتوى المعجون والأتربة الناتجة من عملية صهر وجلخ المعادن على معادن سامة ، أهمها النيكل ، والخارصين ، والزنك ، والرصاص ، والزئبق ، والكادميوم ، والزرنيخ .

- النفايات البترولية : تنتج النفايات البترولية - عادة - من عمليات تصنيع واستخدام وتخزين الزيوت المعدنية . وعادة ماتكون هذه النفايات عبارة عن سوائل هيدروليكية ، أو رواسب بترولية فى الخزانات ، أو فى خزانات تخزين الزيوت ، أو نواتج استهلاك الزيوت فى الموتورات ، وتزداد الخطورة لهذه الزيوت إذا تلوثت هذه الزيوت بمعادن سامة ، خاصة الرصاص.

ثانياً : النفايات العضوية Organic Wastes

- المذيبات العضوية المكلورة : وتنتج من عمليات التنظيف الجاف ، أو من عمليات تنظيف المعادن ، أو من مصانع المعادن أو صباغة النسيج والجلود . وترجع خطورة هذه المواد إلى سميتها وقابليتها للذوبان والتحرك ،

وبقائها الطويل - إلى حد ما - فى البيئة .

- المذيبات العضوية غير المكلورة : وتشمل عديداً من المذيبات الهيدروكربونية ، والهيدروكربونات المؤكسدة ؛ مثل الاسبيريت الأبيض ، أو التلوين ، والميثانون ، وايزوبروبانول ، والإيثانول ، والتى تستخدم - بكثرة- فى المصانع ، خصوصا مصانع إنتاج مواد الطلاء والأحبار والسريزيتات، والمواد المكسبة للطعم فى الغذاء ، ومنظفات دورات المياه ، والمواد الحافظة وغيرها . وتستخدم هذه المذيبات فى الصباغة بكميات كبيرة ؛ لاستخلاص المواد الطبيعية من الحيوانات والخضروات . وعادة .. تختلف مدى سمية هذه المركبات للبيئة ، وترجع خطورتها الكبيرة إلى قدرتها السريعة على الاشتعال .

- البولى كلوريناتيد باى فيريل PCB'S , وهى مواد خطيرة جدا على البيئة والإنسان ، وتنتج من الصناعة ، من كثير من العمليات ، وخاصة أثناء عملية نقل السوائل ، خاصة السوائل الهيدروليكية . وترجع خطورة هذه المواد إلى بقائها الطويل جدا فى البيئة ، ولتراكمها الحيوى .

- نفايات مواد الطلاء والريزينات ؛ وتنتج - عادة - أثناء تصنيع مواد الطلاء والريزينات ، أثناء عملية التصنيع والإنتاج ، وهى تتكون من مذيبات، وموادعديدة التبلور polymeric .

- نفايات السموم الحيوية : وتنتج - عادة - من مصادر عديدة جدا فى الصناعة ، خاصة فى تصنيع المواد الزراعية ، وكذا فى كثير من الصناعات. وتضم آلافاً من المواد والمركبات السامة .

هذا .. وتَنْتُج – أيضا – عديد من المواد العضوية الكيماوية من عملية حرق الفحم أو الكيماويات الأولية والثانوية ، أو أثناء تقطير المتبقيات ، وترشيح المواد من مصادرها الأساسية . وتشمل هذه المواد المهلجنة وغير المهلجنة ، وتخرج هذه المواد من كثير من الصناعات ؛ مثل صناعة البلاستيك والأدوية ، وصناعة الكيماويات والكاوتش والريزينات .

– نفايات مصانع الزيوت الغذائية : وتشمل النفايات الناتجة من صناعة الزيوت الغذائية ، خاصة الناتجة من الإنتاج الحيوانى . وعادة.. توجد هذه النفايات – بكثرة – فى الدول النامية .

– النفايات الكثيرة الحجم القليلة الأثر الجانبى : هناك كثير من النفايات كمياتها كبيرة الحجم برغم أن ضررها قليل . وتلعب مشكلة كبر الحجم دورا هاما فى التخلص منها . وتشمل هذه النفايات الطينة الناتج من عمليات جلخ المعادن أو الأحجار أو الرخام ، أو من عمليات تصنيع البترول واستخراج الغازات ، أو الرماد الناتج من حرق المواد ، أو من محطات إنتاج الطاقة ، أو من مصانع إنتاج الحديد .

– نفايات مختلفة : وتشمل هذه النفايات المرضة الخطرة على صحة الإنسان ، وتشمل أنسجة وقطنا وشاشاً وكيماويات ، وكذا بعض المواد القابلة للانفجار . وبرغم أن هذه النفايات لاتشكل مشكلة ؛ لقلة حجمها بالنسبة لحجم النفايات الخطرة إلا أنه يجب اتخاذ الإجراء اللازم للحماية من ضررها .

كيفية تسرب هذه الملوثات إلى البيئة

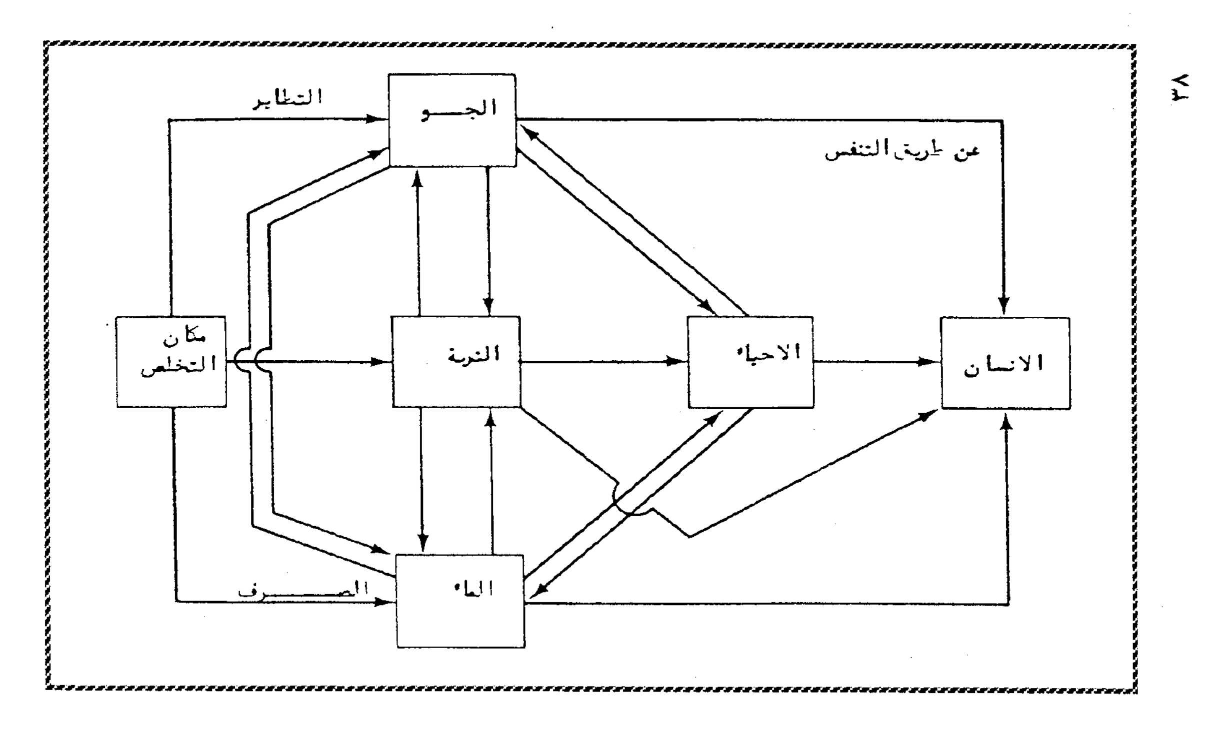
يوضح الشكل رقم (١) كيفية وصول النفايات الخطرة إلى الأحياء المختلفة ، سواء النبات ، أم الإنسان ، أم الحيوان ، أم المصادر المائية ، أم المحيط الحيوى ؛ حيث تصل هذه النفايات إما بطريق مباشر إلى التربة ، وإما بطريق غير مباشر من التربة إلى المياه الجوفية ، وإلى الحيوانات المائية، وما إلى ذلك . ويعتمد مدى سهولة وصول هذه الملوثات إلى البيئة على عوامل كثيرة ، أهمهاالصفات الطبيعية والكيماوية والبيولوجيية لهذه النفايات . وفيما يلى أهم طرق التلوث .

١ - تلوث المياه الأرضية

تلعب خواص الطبقة تحت السطحية للتربة دورا هاما فى كيفية انتقال وتسرب المواد السامة الخطرة - سواء أكانت ملوثات كيماوية ، أم بيولوجية- من مقالب النفايات الخطرة . وعموما يجب أن تكون هناك طبقة تحت طبقة النفايات الصلبة ، لا تسمح بتسرب أو مرور أو صرف هذه الملوثات ؛ لتلوث المياه الأرضية ، وهذه الطبقة لا بد أن تكون فوق مستوى الماء ؛ حيث يتحرك الماء - عادة - أفقيا أو رأسيا .

وعموما .. تقسم النفايات الخطرة من حيث تلويثها للمياه التحت أرضية إلى :

١ - floaters ، أو المواد الخطرة العائمة ؛ حيث تهاجر هذه المواد ، التى غالبا ماتكون مذيبات عضوية ، والتى لها كثافة أقل من المياه . فعادة.. تطفو فوق سطح الماء .



شكل (١) : كيفية وصول النفايات الخطرة إلى المحيط الحيوي.

٢ -Sinkirs ، أو المواد الخطرة الغائصة ، وهذه يمكنها الهجرة خلال الماء الأرضى ، وتبقى فى القاع ، وتختلف المواد فى سرعة مرورها فى الطبقة التى فوق مستوى الماء الأرضى ، وكذلك تختلف فى الكمية التى تمر فى هذه الطبقة ؛ طبقاً لنوع الماء ، وخصوصا التربة الرطبة والكيماوية . وعموما فهذه المواد تحتاج إلى وقت طويل .

٢- تلوث المياه السطحية

عادة .. تتلوث المياه السطحية فى المصادر المائية مباشرة ؛ نتيجة حركة المياه فوق سطح التربة إلى اتجاه مصدر المياه .

وقد يؤدى تلوث المياه التحت أرضية - أيضا - إلى تلوث المياه السطحية عن طريق الرشح . ويجب أن تضع فى الاعتبار أنه يمكن حدوث تبخر لكثير من المواد الملوثة من المياه السطحية ، بعكس المياه التحت أرضية ، كما أن تلوث المياه السطحية يعتبر خطيرا جدا نظراً لسميتها للأحياء المائية .

٣ - وسائل أخرى لتسرب المواد الخطرة

إن كثيراً من المركبات العضوية التى لها ضغط بخارى عالٍ .. يمكنها أن تلوث الجو مباشرة فى مقالبها . والمعروف أن الملوثات الخطرة تتبخر فى أماكن حفظها أسرع منها فى المخازن عندما تكون فى أوعية خاصة ، حيث إن تعرضها للشمس والحرارة وحرارة التربة يكون عاملا أكثر لتسربها خلال عملية التبخر أو التطاير . كما أن اشتعال الحرائق فى أماكن الدفن تزيد من كميات المواد الملوثة للجو ؛ لارتفاع درجة حرارة النفايات الخطرة . كما أن

حركة الهواء (الرياح) تؤدى إلى سرعة تسرب هذه الملوثات من مقالبها لتلوث الجو . فعلى سبيل المثال نفايات الإسبستوس تحملها الرياح إلى أماكن مختلفة ، كما تلعب الرياح دورا خطيرا أيضا فى نقل حبيبات التربة الصغيرة الملوثة بهذه النفايات ، وتنقلها إلى أماكن قد تكون بعيده ، أو تنقلها إلى الكائنات الحية .

كما أن النباتات القريبة من أماكن الدفن عادة ما تقوم بامتصاص كميات من هذه الملوثات خلال جذورها المدفونة فى التربة الملوثة أو القريبة من النفايات . كما أن بعض النفايات يمكنها الصعود فى عصارة النبات ؛ لتلوث جميع أجزاء النبات ، سواء الأوراق ، أم السيقان ، أم الثمار .

العوامل المؤثرة على سلوك النفايات فى البيئة

تلعب العوامل الطبيعيةوالكيماوية دورا هاما ؛ من حيث تأثيرها فى سلوك الملوثات فى البيئة التى توجد بها هذه النفايات الخطرة . فقد تكون هذه النفايات عبارة عن مخلوط معقد من مواد عضوية ومواد غير عضوية، لها آثار كيماوية خطيرة ، كما أنها قد تكون مخلوطة مع مواد غير خطرة . وقد تكون هذه النفايات فى صورة مواد صلبة ، أو عجائن ، أو سوائل ، أو خليطاً من الثلاث مع بعضها .

وتنشأ أهم المخاطر البيئية الناتجة عن هذه النفايات إما من عملية صرف هذه الملوثات الكيماوية فى المصادر المائية ، وإما من تسربها إلى الهواء الجوى .

وعلى ذلك .. تمثل جيولوجية وهيدرولوجية المكان - وكذا الظروف المناخية - عوامل هامة مسؤولة عن سلوك هذه الملوثات فى هذه المناطق والمناطق المحيطة بها .

أولا : العوامل الطبيعية والكيماوية

تلعب العوامل الطبيعية والكيماوية التالية دورا هاما فى سلوك النفايات الصلبة أو تسربها . وأهم هذه العوامل هى :

١- القابلية للصرف .

٢- عملية الادمصاص والإخراج .

٣- عملية التطاير أو البخر .

٤-عملية التراكم البيولوجى.

وقد تلعب هذه العوامل كل على حدة ، أو تلعب كعوامل مجتمعة وتؤثر فيها الظروف وخواص المكان الذى تتواجد فيه النفايات .

وعموما .. فكلما زادت قابلية النفايات للذوبان .. زادت إمكانية صرفها إلى أماكن أخرى . ومعظم النفايات العضوية تعتبر مركبات غير قابلة للذوبان فى الماء ، إلا أن وجود بعض المذيبات القطبية التى تذوب فى الماء تجعل من الممكن لهذه النفايات التحرك خلال عملية الصرف ، وهناك كثير من المركبات غير العضوية أيونية بمجرد ذوبانها فى الماء . وقد تتم عملية الانتقال للماء عن طريق عملية التبادل الأيونى مع حبيبات التربة الملوثة بها هذه المواد .

كما يمكن لبعض الأحماض الدهنية الناتجة من الكائنات الحية الدقيقة -

عند تحطيمها للنفايات العضوية - أن تذيب كمية من العناصر المعدنية فى صورة مركبات معقدة .

أما عملية الادمصاص - خصوصاً على حبيبات التربة - فتعتبر ذات أهمية كبيرة ؛ حيث يمكن أن تنتقل هذه الحبيبات - التى أدمصت عليها النفايات عن طريق الرياح - من مكان إلى آخر . وقد تؤدى عملية ادمصاص الزيوت إلى تفاعل يؤخر تسرب هذه المواد إلى البيئة ، بعكس الحال فى الحالة الأولى .

والمعروف أن المركبات التى لها تفاعل ادمصاصى صغير على حبيبات التربة تكون قابلة للهجرة من أماكن التلوث . فعلى سبيل المثال مادة الفينول تذوب - بشدة - فى الماء ، ولها معامل ادمصاص على حبات التربة صغير؛ لذلك فإن هذه المادة يسهل صرفها فى أماكن دفنها بسهولة .

تعتبر عملية التبخر من أهم العمليات التى يتم بها فقد النفايات وهجرتها . وعادة .. تحدث هذه الظاهرة فى المواد الكيماوية ذات الضغط البخارى العالى مثل الكلورفورم ، كما أن تفاعل النفاذية يلعب - أيضا - دورا هاما فى انتقال وفقد المركبات العضوية من التربة .

كما أن هناك بعض العوامل - مثل الحرارة ، ورطوبة التربة ، ودرجة حموضتها ، ومدى قابلية المواد للذوبان - تؤثر على عملية التبخر ، كما تلعب الكائنات الحية الدقيقة ونشاطها دورا هاما فى فقد بعض المركبات من التربة. وعموما .. فإن بعض المركبات - مثل كلوريد الميثلين ، وثانى كلوريد الأثيلين - ذات ضغط بخارى عالٍ ، وتذوب بسرعة ؛ لذلك يسهل

صرفها وتبخرها من التربة .

هذا ولبعض المركبات العضوية - مثل الأكتانول فى الماء - معامل ، يستخدم كدليل لمدى التراكم البيولوجى لمركب كيماوى فى الوسط المائى .

وعادة .. هذا المعامل يرتبط - إلى حد كبير - بالوزن الجزيئى للمركب . فعلى سبيل المثال .. مركب مثل مبيد الـ د.د.ت ، الذى له معامل تفاعل كبير ، يبقى لفترة طويلة كمركب بيولوجى ، يتراكم فى الوسط المائى. وهذا المعامل له دلالة أخرى على قوة ادمصاص المركب بحبيبات التربة ؛ وبالتالى مدى بقائه لمدة طويلة جدا فى التربة .

ثانيا : تحطم المركبات الكيماوية

إن مدى بقاء النفايات العضوية فى أماكن الدفن - وكذا نواتج هدمها - يعتبر من أهم العوامل التى تحدد مدى خطورتها على البيئة . وعادة يتم تحطيم هذه المواد - إما كيماويا ، وإما بيولوجيا - فى أماكن الدفن ، بينما يكون بعضها شديد البقاء ؛ وبالتالى تبقى سامة لمدة طويلة قد تضر بالكائنات الحية الدقيقة الموجودة فى هذا المكان . هذا وقد تتم عملية التحطيم أيضا أثناء عملية صرف المادة إلى أماكن أخرى ، أو عن طريق تحركها بالمياه السطحية أثناء سقوط الأمطار ، أو تحركها إلى مستوى الماء الأرضى . وفى هذه الأحوال تتم عملية التحطيم لهذه المركبات بعدة وسائل هامة ، مثل التحلل المائى ، والتحلل البيولوجى ، والتحلل الضوئى ، والأكسدة .

وتعتبر الأكسدة من أهم العوامل فى تحلل الفينولات والأمينات

الأرومية. وبرغم ذلك فهناك كثير من نظم تحلل هذه النفايات غير معروف حتى الآن .

هذا وقد تحدث عدة تفاعلات خطرة ، قد تصل إلى حد حدوث حرائق أو انفجارات ؛ نتيجة عدة تفاعلات لمجموعة من النفايات مع بعضها فى مكان الدفن . فعلى سبيل المثال قد يحدث مايأتى :

١ - قد تحدث تفاعلات نتيجة للحرارة ، وقد تسبب حرائق أو انفجارات؛ وذلك نتيجة خلط بعض المعادن القلوية مع بعض المواد المؤكسدة القوية .

٢ - إنتاج غازات سامة ؛ مثل الأرسين وكبريتيد الهيدروجين ، وسيانيد الأيدروجين ، والكلور .

٣ - إنتاج غازات قابلة للاشتعال ؛ مثل غاز الهيدروجين والاستيلين .

وقد تكون النفايات مصحوبة ببعض النفايات غير الثابتة تحت ظروف التخزين ؛ مثل سيلان ميتال هيدريد ، والبيروكسيدات العضوية .

هذا .. وتعدّ عملية التحليل الضوئى وسيلة فعالة فى تحطيم المركبات العضوية فى البيئة ولكنها - عادة - لاتحدث إلا فى السنتيمترات الأولى من السطح من النفايات المعرضة للضوء ؛ حيث تلعب الأشعة فوق البنفسيجية الدور الهام والأساسى فى مثل هذه التحاليل الضوئية ، ويكون التحلل الضوئى ذا أهمية كبيرة فى حالة النفايات التى تصدر أبخرة ، أو تصل إلى المياه السطحية .

أما عملية التحطيم الناتجة عن الطرق البيولوجية .. فهى الطريقة

الشائعة لتحطيم معظم المركبات فى أماكن الدفن . وعادة .. تتم عملية التحلل هذه إما على سطح الأرض ، وإما فى المياه التحت أرضية .

وقد تؤدى عمليات التحطيم لبعض النفايات الخطرة إلى إنتاج مواد أقل سمية أو أقل بقاء ، إلاأنه فى بعض الحالات قد تنتج مركبات أشد سمية من المركبات الأم . فعلى سبيل المثال .. فإن تحطيم الميكروبيولوجى لثلاثة مذيبات (هى رابع كلوريد الاثيلين ، وبيروكلوروايثلين و١، و١ ، و١ - ثلاثى كلوريد ايثان) يؤدى إلى إنتاج فينيل كلوريد ، وهو مركب شديد البقاء ، وهو مادة تسبب السرطان .

وعموما فمعظم عمليات هدم النفايات الخطرة يتم فى ظروف هوائية ، ولكن هذا لا يحدث إلا فى الطبقة السطحية ؛ حيث يتواجد الهواء ، وهنا تلعب العوامل البيئية دورا هاما فى سرعة التحلل ونتائجه ؛ فعلى سبيل المثال مادة السيانيد تحتاج على الأقل إلى درجة حرارة لاتقل عن ١٠° م ، ودرجة حموضة من ٥ - ٧ ر ٦ ، وتركيز من السيانيد لا يزيد على ١٠٠ مليجرام فى اللتر .

أما عمليات التحلل اللاهوائى فعادة تتم فى الطبقات العميقة البعيدة عن الهواء الجوى ، وهى تؤثر - عادة - على الكبريتات والنترات والكربوهيدرات . حيث تهدم مركبات الكبريتات إلى كبريتيدات ، والنترات إلى نتريت وأمونيا . وتؤدى عملية تحطيم الكبريتات فى التربة إلى زيادة تركيز المعادن القابلة للصرف مع المياه ؛ حيث تتكون أملاح كبريتات غير ذائبة . ومن أخطر هذه المعادن الزئبق غير المعدنى . هذا .. وعادة ما يخرج خليط من الغازات المتكون من ثانى أكسيد الكربون والميثان ، ويسمى الغاز

الأرضى والناتج من النشاط الحيوى للكائنات الحية الدقيقة على النفايات الصلبةوالسائلة . ويمكن أن يتكون - بالإضافة إلى ثانى أكسيد الكربون والميثان - غاز كبريتيد الهيدروجين . وتؤدى عوامل كثيرة إلى الحدّ من كميات المواد . وأهم هذه الغازات الناتجة وكمية الرطوبة فى التربة ، وكمية النفايات ، ودرجة الحموضة . ومحتوى النفايات من المواد العضوية . وعادة.. لاتتم التفاعلات إلا إذا توفرت درجة حموضة ، تتراوح من ٤ر٦ - ٤ر٧، ودرجة حرارة من ٢٩ - ٣٧م . وتتركز خطورة إنتاج هذه الغازات فى إمكانية حدوث عدة انفجارات وحدوث حرائق .

التأثير على الصحة والبيئة

عادة ، يؤدى دفن نفايات تتكون من عدة مركبات كيماوية مختلفة - إلى حرائق أ و انفجارات ، كما أن ملامسة بعض الأحماض القوية أو القلويات القوية يؤدى إلى إحداث (هرش أو أكلان) فى جلد الإنسان ، علاوة على إحداث أخطار لقرنية العين . كما أن ادمصاص جلد الإنسان لبعض المبيدات قد يؤدى إلى تسمم حاد أو تسمم مرض .

وقد يؤدى استعمال الأشخاص أوعية المبيدات الفارغة - سواء بعد غسلها ، أم نتيجة للاستعمال الخاص ، أم نتيجة غسلها فى المصادر المائية- إلى أضرار خطيرة بالصحة العامة للإنسان وبالكائنات الحية المائية .

وتتواجد فى العالم آلاف من حالات الضرر للأطفال أو الكبار ؛ نتيجة لسوء استخدامهم للأوعية الفارغة للمبيدات . فعلى سبيل المثال فى الدول المتقدمة نجد أن أحد الأسباب الرئيسية فى موت الأطفال ما بين ١ - ١٠

سنوات ترجع إلى حوادث نتيجة تسمم حاد بالسموم ، خاصة إذا لم تقم الجهات - التى استخدمت المبيدات أو المواد السامة - بالتخلص من هذه الأوعية بالطرق العلمية السليمة .

ويؤدى تسرب المواد الكيماوية الخطرة فى البيئة - عادة - إلى عملية تعريض الناس - لمدة طويلة - لأخطار مستمرة على الصحة العامة . وأشهر الأمثلة على ذلك مصانع شركة كاميوكا للزنك فى اليابان ، وقد تسببت فى كارثة شديدة لليابان ؛ حيث قامت بصرف كميات كبيرة من المياه الملوثة بالكادميوم فى نهر يستخدم لإنتاج مياه الشرب أو لرى محاصيل الأرز ، وكان من نتيجة التعرض المستمر لهذه المياه الملوثة - مدة طويلة - أن تعرضت أعداد كبيرة من البشر للإصابة بأمراض الفشل الكلوى . كما أدى ذلك إلى حدوث حالات اجهاض الأطفال من النساء الحوامل ، كما أصيب بعض المواطنين بمرض ايتاى ايتاى Itai - Itai ، والذى يسبب إحلال الكادميوم محل الكالسيوم فى العظام ، مسبباً أضراراً تؤدى إلى الموت .

وتدل الإحصاءات على أن نسبة كبيرة من العمال فى دول العالم الصناعية قد تسبب الكادميوم فيها فى إحداث أضرار خطيرة للكلية ، وكذا للبيئة ، نتيجة تواجد الكادميوم بتركيزات تفوق المسموح به والوارد أساساً من النفايات الكيماوية الصناعية ، أو من عدم نقاء الأسمدة الكيماوية .

وفى مناطق أخرى من اليابان - حيث يستخدم الزئبق - أدى إلى تلوث المياه بالزئبق ، وتحول الزئبق بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إلى ميثيل زئبق. وميثيل الزئبق مادة شديدة السمية . فعلى سبيل المثال .. فى منطقة Minamata Bay ، وكذا فى نهر Agano فى Miigata أدى ذلك إلى

تراكم ميثيل الزئبق فى السمك وفى قشر بيض السمك . وحيث إن السمك يعتبر مادة غذائية رئيسية فغالبا مايحدث - نتيجة تناول هذه الأسماك - أعراض أضرار للجهاز العصبى ، تركزت فى نقص البصر ، والصمم ، وعدم القدرة على المشى أو الوقوف ، وكانت الأخطار التى تعرض لها الأطفال أشد من تلك التى تعرض لها الكبار .

ويجب أن نعرف أن مركبات الزئبق - خاصة ميثيل الزئبق - تعتبر من المركبات الشديدة البقاء ، غير القابلة للتحلل فى البيئة التى تعيش فيها وبالتالى تعتمد عملية الوقاية منه على تخفيف تركيزه فى البيئة أو الغذاء أو الماء ؛ بخلطه بكميات غير ملوثة ، على عكس الحال فى المركبات الأخرى ؛ مثل المركبات العضوية المهلجنة ، أو الكلورينية ؛ مثل المبيدات الكلورينية كالـ د. د. ت ، والديلدرين والإندرين وكذا بعض المركبات ؛ مثل PCBs ، والتى تتحول فى البيئة - عادة - إلى كلوريدات وهيدروكربونات .

إلا أنه بمتابعة ماحدث فى الإنسان والبيئة بالنسبة للمركبات الهيدروكربونية الكلورينية .. وجد أن هذه المركبات عادة ما تتراكم فى البيئة والتربة والإنسان . وقد أدى ذلك إلى تزايد هذه المركبات فى ألبان الأمهات ، وكذا فى الأجسام الدهنية فى الإنسان خاصة الدول الصناعية ؛ مثل اليابان والسويد . وتتضح - الآن - الأضرار الناتجة عن تراكم هذه المركبات فى جسم الإنسان ، والتى تبدو واضحة فى صورة إصابة بالفشل الكبدى والكلوى والسرطان .

وتؤدى زيادة النترات فى المياه - والناتجة من عملية صرف هذه المواد من

التربة الزراعية - إلى ارتفاع تركيزها إلى ٤٥مليجراماً / لتر ، والذى يؤدى- عادة - إلى أخطار كبيرة للأطفال ؛ حيث يسبب إصابتهم بمرض "ميثوجلوبينميا" فى الأطفال ؛ حيث تؤدى النترات إلى التداخل فى نقل الأكسجين من خلال تيار الدم . وقد تؤدى إصابة الأطفال بهذا المرض إلى الموت .

ومن الكوارث التى حدثت فى أمريكا - على سبيل المثال - ماحدث فى مدينة قناة الحب فى نيويورك ؛ حيث أدى تسرب الكيماويات والغازات إلى المنازل والمدارس إلى قيام الحكومة بإخلاء المدينة كاملة من سكانها .

الفصل الثانى

الوسائل التكنولوجية للتخلص من النفايات الخطرة

الدفن المأمون للنفايات الخطرة

إن إدارة التعامل مع النفايات الخطرة تعنى إدارة منع هذه النفايات الخطرة أو معاملتها أو دفنها . ويقصد بالمنع هنا تقليل كميات النفايات الخطرة إلى أقصى درجة ممكنة ؛ فإن من استراتيجيات إدارة التعامل مع النفايات الخطرة تقليل كمية هذه المواد لدرجة عدم الاحتياج إلى وسائل للتخلص منها.

أما المقصود بالمعاملة هنا فهو معاملة النفايات بوسائل مختلفة ؛ من أجل تقليل خروجها إلى البيئة ، وتقليل الأضرار والمشاكل الناتجة منها على الإنسان . فعلى سبيل المثال .. يعتبر الدفن الأرضى لهذه النفايات من أفضل الطرق من الناحية الأقتصادية والتكنيكية من وجهة نظر الإدارة البيئية ، وبرغم ذلك فإنها تحتاج إلى ما يسمى بالتصميم الهندسى ؛ لإمكان التحكم فى الملوثات الناتجة منها .

وتشمل عملية المعاملة هنا عملية إزالة سمية المركبات ، وعزل الملوثات

الخطرة وتركيزها فى كميات صغيرة ؛ لتقليل حجم المواد المدفونة ، والتثبيت الكيماوى للنفايات وتحويلها إلى مواد صلبة غير قابلة للذوبان والصرف مع المياه ، أما الدفن الأرضى .. فسوف نتكلم عنه بالتفصيل .

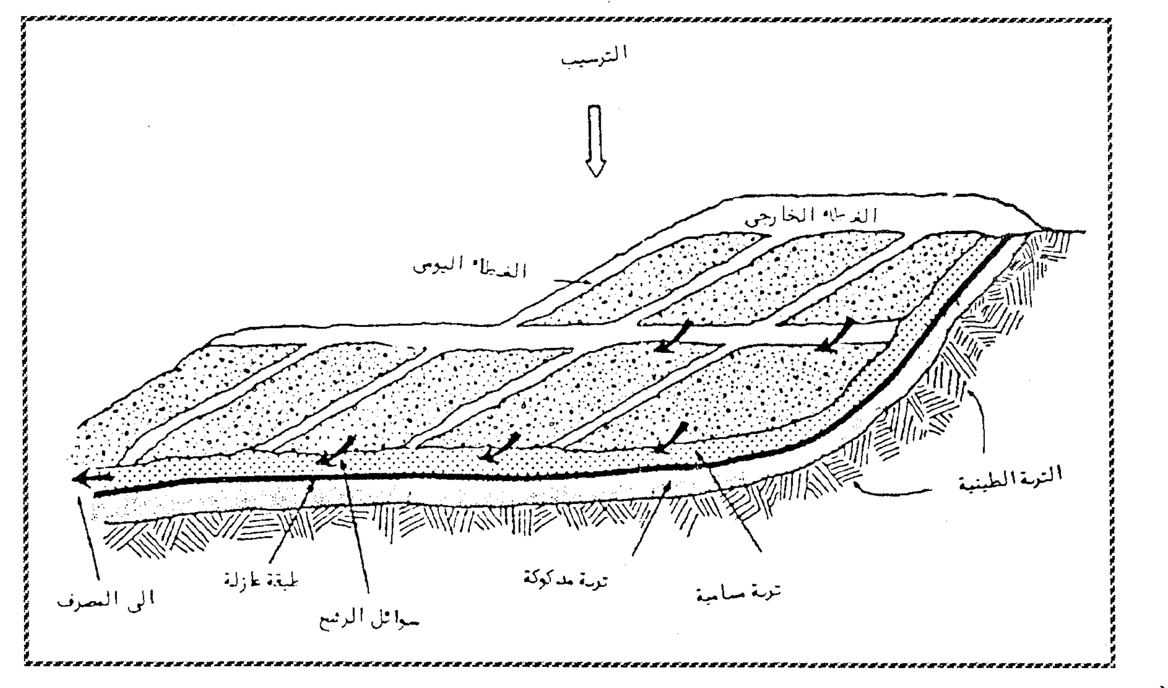
أولاً : الدفن الأرضى land Fills

فى عديد من الدول .. يتم دفن النفايات الخطرة فى مقالب عامة ، تخص المجالس البلدية والقروية على مساحات من الأراضى ، دون أدنى رقابة أو معاملة .

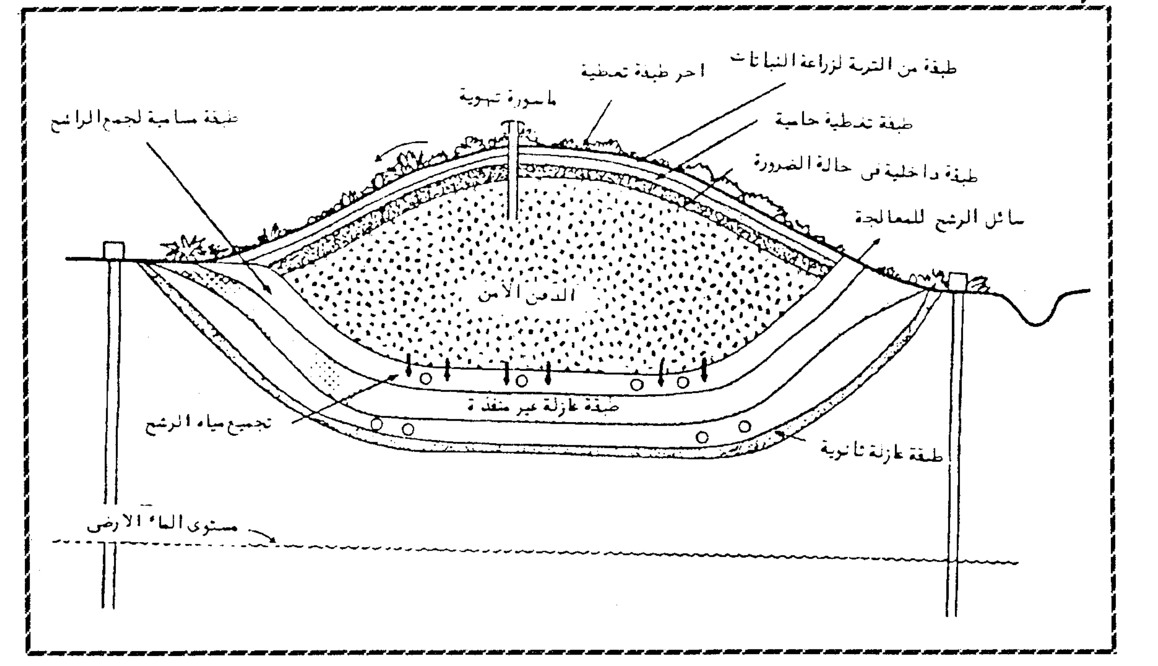
وقد أدى ذلك إلى حدوث عديد من الكوارث والمشاكل البيئية ؛ لذلك فضلت كثير من الدول - فى الوقت الحاضر - مايسمى بالمقالب المصممة هندسيا ؛ حيث يتم عزل هذه الملوثات - بكل الطرق الهندسية - عن البيئة بجميع مكوناتها ؛ حيث يتم عزلها لعدم تلويث الهواء وتلويث الماء ، خاصة الماء الأرضى . ويتم تقدير الآثار الجانبية الناجمة عن هذه المركبات فى البيئة.

وعادة .. يتم الدفن الصحى للنفايات الخطرة عن طريق تخزينها فى الأرض ؛ بهدف تقليل كمية المواد الضارة الناتجة عن هذه النفايات إلى أكبر حد ممكن ؛ حتى لا تؤثر على صحة الإنسان أو على البيئة . ويتكون المدفن الأرضى - عادة - من عدة خلايا ، تختلف فى حجمها على حسب كميات المواد الخطرة المراد دفنها ، على أن يتم عمل عوازل من هذه الخلايا تصنع - عادة - من الطين ، وهى تمنع تسرب الملوثات من خلية إلى أخرى .

ويبين الشكلين رقمى (٢ ، ٣) قطاعا عرضياً فى مدفن أرضى ؛ حيث



شكل (٢) : قطاع عرضي في مدفن آمن لدفن النفايات .

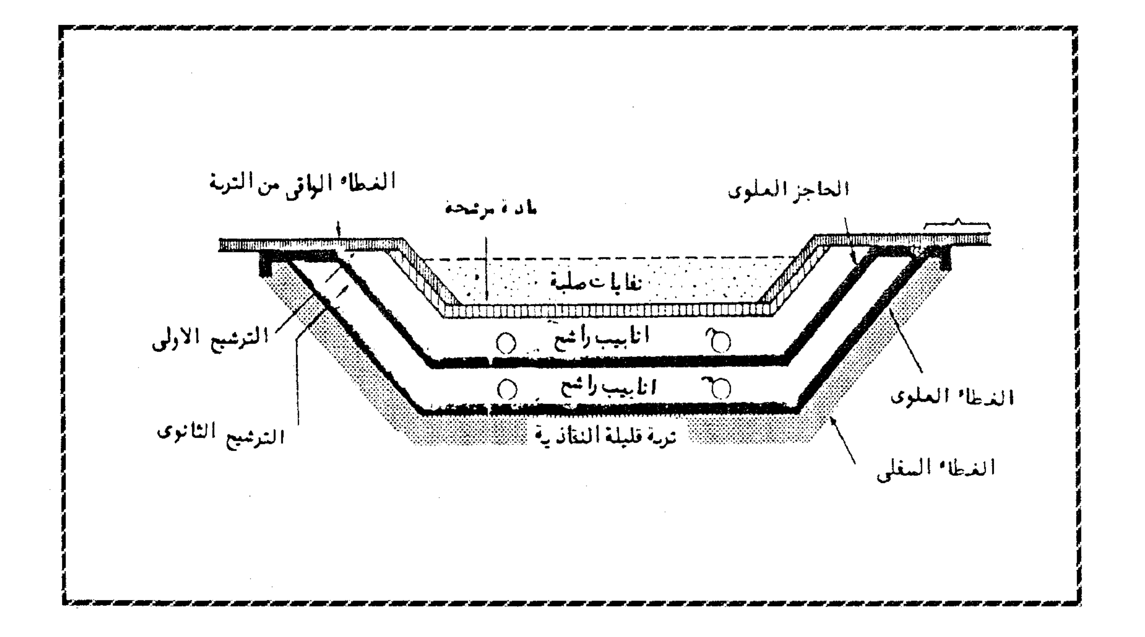


شكل (٣) : قطاع عرضي في مدفن آمن لدفن النفايات مصمم هندسياً .

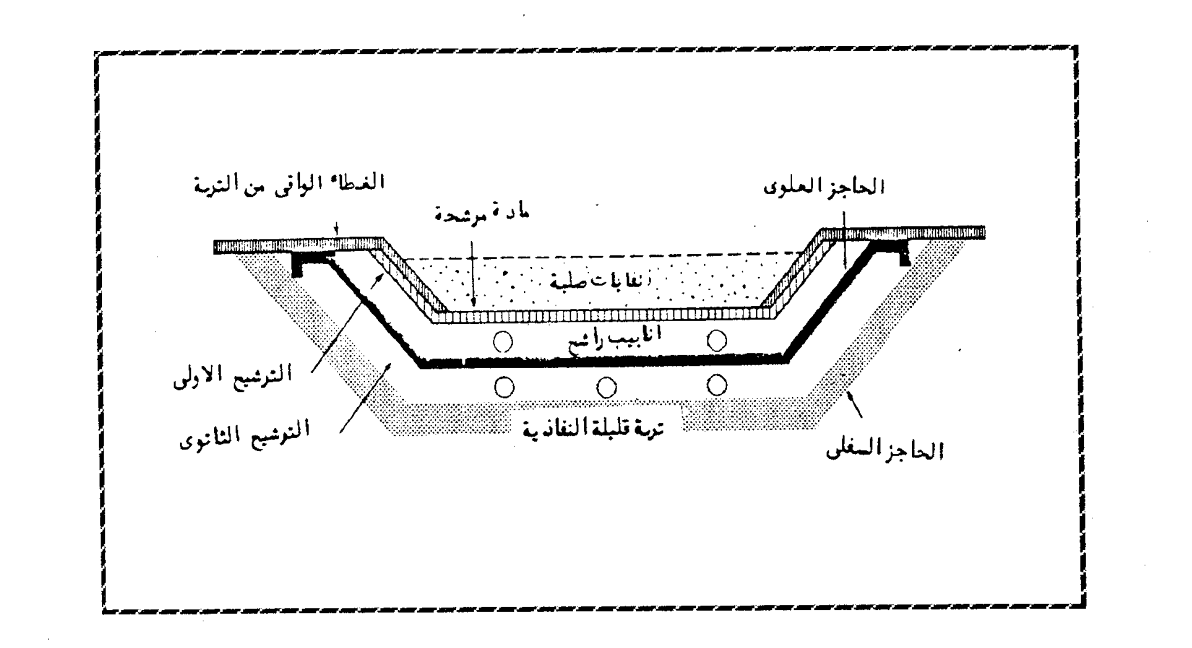
يتكون المدفن من عدد من الخلايا ، تم تدفن كمية من النفايات الخطرة فى كل خلية، ويفصل بين كل خلية والأخرى فاصل ، يتكون من طبقة من المواد الطينية ، وتتواجد أسفل الخلايا طبقة من تربة مسامية ، تسمح بخروج المواد السائلة ؛ حيث يتم تجميعها والتخلص منها . ويوجد أسفل هذه الطبقة طبقة عازلة ، تمنع تسرب السوائل إلى طبقة أخرى من التربة المدكوكة . وعادة لايتم دفن النفايات هنا بطريقة علمية سليمة ، ولايتم معاملتها ، وفى الوقت نفسه .. لايتم إزالة السمية منها . فما هى الطريقة العادية لدفن النفايات ؟

إنه من الممكن إنشاء مدافن مأمونة فى الأرض ، كما هو موضح بالشكلين رقمى (٤ ، ٥) ، وفيه يتم عمل طبقة عازلة لحماية المياه الأرضية من التلوث ، كما يتم منع الصرف السطحى من الملوثات ، إلى الأماكن المجاورة. وعادة .. يتم تغطية المدفن الأرضى بعدة طبقات من المواد العازلة؛ لمنع تلوث الهواء أيضا . ويمكن زراعة الطبقة السطحية بالنباتات ؛ لتثبيت التربة فوق هذه الأماكن .

هذا .. ومعظم مدافن النفايات في أمريكا من النوع المأمون المخطط هندسياً ؛ لتجنب تلوث البيئة ، وحوالى ٦٨٪ من النفايات ، يتم دفنها فى مدافن أرضية في أمريكا ، أما فى أوربا .. فيتم دفن ٤٧٪ من النفايات– فقط – فى المدافن الأرضية . ويلاحظ فى المدافن المأمونة أنه قد تم تجنب المياه الناتجة من عمليات الدفن ، سواء الناتجة من التفاعلات البيولوجية ، أم الناتجة من محتوى المواد المدفونة . كما يلاحظ أنه تم تجنب صرف المياه سطحيا من فوق هذه المدافن ، حتى لايلوث أجزاء أخرى . كما أن تغطية المدفن تمنع تسرب الملوثات من السطح ، ويتم إحكام دفن النفايات . وتقسم



شكل (٤) : مدفن صحي مزود بطبقتين
من المواد العازلة



شكل (٥) : مدفن صحي مزود بطبقةواحدة من المواد العازلة
طبقاً لمواصفات هيئة حماية البيئة الأمريكية .

المدفن إلى خلايا يسهل عملية استعمال جزئى وترك بقية الأجزاء ، كما يساعد على إمكانية معاملة السوائل الناتجة من المدفن ، كما يحافظ على نظافة المياه الأرضية .

والمدفن الأرضى المأمون النموذجى هو مايتم تبطين أرضيته بمواد غير قابلة للنفادية ، أو لايسمح بخروج أية ملوثات أو نواتجها فى أى اتجاه . والمدفن النموذجى هو مايزود بإحصائيات عن محتويات كل خلية من خلاياه من المواد الخطرة ، وكذا تدون الصفات الكيماوية والطبيعية لما تحويه كل خلية من الخلايا ، وحجم ووزن هذه الملوثات ، ومساحة كل خلية .

اختبار مكان المدفن الأرضى

يعتمد هذا الاختبار على نوع المادة الخطرة وكميتها وصفاتها الطبيعية والكيماوية، وكذا على مدى قانونية دفنها، ومدى قبول المواطنين لدفنها ، ونوع التربة ، وصفاتها الطبيعية والكيماوية .

وعموما .. يشترط فى الموقع المختار عدة شروط هامة ، أهمها :

١ - أن يتم تجنب الأراضي الرطبة ، أو التى يتم غمرهاا بالماء ، والمناطق التى يرتفع مستوى الماء الأرضى بها .

٢ - الأماكن المعرضة لصرف مياه سطحية بها .

٣ - محاولة التصغير الجزئى من النفايات المعرضة .

٤ - محاولة تفادى تكون مستنقعات أو ترسيبات في البقعة المختارة.

٥ - إيجاد مواد يسهل الحصول عليها ، لتغطية الموقع .

٦ - عدم وجود مناطق مجاورة تؤثر على النفايات المدفونة .

كما يجب دراسة اقتصاديات إقامة المدفن ، والعوامل التى قد تؤثر فى المستقبل على وجوده ؛ مثل وجوده فى مجرى السيول ، أو بين جبلين .

وعموما .. بعد دراسة استطلاعية للتأكد من عدم موانع .. يجب دراسة مايأتى:

١ - الظروف الطبيعية

يجب أن يتناسب حجم المكان وطبيعته مع كميات النفايات التى سوف تدفن خلال فترة من الزمن ، كما يجب أن يكون هذا المكان قريبا - إلى حد ما - من موقع إنتاج هذه المواد ؛ لتجنب مشاكل وتكاليف النقل ، وتقليل كمية الملوثات التى تتبعثر أثناء النقل ، وأن يكون بعيداً عن المصادر المائية بما لايقل عن ٥٠٠ قدم ، وأن تكون الظروف البيئية فى المنطقة معقولة ، فلا تزيد فيها سرعة الرياح لوجود منخفض ، أو تتراكم فيها مياه الأمطار المنحدرة من الجبال ، أو فى منطقة مرتفعة جدا تتأثر بحركة الرياح ؛ بحيث لاتتحول حبيبات التربة ، وأن تسمح ظروفها الطبيعية بعدم تلوث المناطق المجاورة ، وألا تكون الأرض بركانية ، وأن تكون أرضا يستبعد حدوث زلازل أو براكين بها ، كما يجب أن تكون مساميتها صغيرة جدا ، لا تسمح بأكثر من ١...... ر سم فى الثانية ، ولا توجد فى الأرض شروخ طبيعية، وأن يكون قوامها متجانساً ، وأن يتواجد بها كميات من الطين غير المسامى الذى يمكن استخدامه كمادة غير منفذة ، أو يتم استخدامة كمادة للتغطية .

٢ - الظروف البيئية

يجب أن تكون البقعة غير معرضة للغرق ، ولاأن تكون معرضة للغرق لمدة طويلة لاتقل عن ١٠٠ عام ، ولا تتصل مباشرة بالمياه الجوفية ، كما يجب تجنب الأراضى الرطبة .

ويجب ألا تسمح حركة الهواء بنقل الملوثات أو روائحها . كما يجب أن تكون بعيدة - قدر الإمكان - عن الأماكن المائية التى تحتوى على أحياء ، أو الأراضى التى بها حيوانات أو نباتات ؛ مثل الأراضى الزراعية . كما يفضل أن تكون فى أماكن بعيدة عن الأماكن الآهلة بالسكان . كما يجب أن تكون بعيدة عن المناطق الأثرية ، على أن يتم الموافقة عليها من الناحية القانونية ، ومن الناحية السياسية .

٣ - الظروف الاقتصادية

تتحكم الظروف الاقتصادية فى مدى إنشاء المدفن المأمون للنفايات ؛ حيث يدخل فى ذلك تكاليف الأرض ، بالإضافة إلى الإنشاءات والتكاليف الأخرى والتكاليف السنوية ؛ من حيث تكاليف الوقود ، والأجهزة ، والمعدات ، والصيانة ، وتسوية الأرض أو حفرها ، وغير ذلك من التكاليف الاقتصادية .

وعند أختيار المدفن المأمون .. يجب أن يوضع فى الحسبان الأمور التالية

أ - عمق الطبقة تحت السطحية .
ب - نوع الصخور التى تتكون منها التربة .

جـ - التركيب الصخرى للطبقة غير المزروعة .

د - التركيب المورفولوجى لكل طبقة من طبقات التربة على الأعماق المختلفة . (الشتوى - الطبقات المسامية - الحصى ... إلى غير ذلك من الصفات .

ويجب - عند إقامة المدفن المأمون - ضرورة دراسة الصفات الطبيعية والكيماوية للأراضى التى سوف تدفن بها النفايات الخطرة . وأهم هذه الصفات : المسامية ، ودرجة الحموضة ، ومحتوى التربة من المواد العضوية، ومحتوى التربة من السلت والرمل والطين ، والسعة المتبادلة الكايتونية للتربة.

ولدراسة مواصفات الأراضى التى يتم إنشاء المدفن المأمون بها .. عادة ما نتخذ الخطوات التالية :

١ - يتم عمل خريطة بوسائل الاستشعار عن البعد ؛ عن طريق التصوير الضوئى ؛ من أجل حصر نوع الأرض وطوبغرافيتها .

٢ - عل ميزانية شبكية للمنطقة المراد عمل المدفن بها .

٣ - عمل مجسات لدراسة مستوى الماء الأرضى فى الموقع .

٤ - عمل قطاعات طولية وعرضية ؛ لتحديد خواص الطبقات المختلفة فى التربة ، مع ضرورة تحليل كل طبقة تحليلا ميكانيكيا وكيماويا .

٥ - دراسة مدى نفاذية الطبقات المختلفة ، وحركة المياه فى جميع الاتجاهات ، ومدى احتواء التربة علي المواد العضوية .

كما يجب دراسة نوع التربة التى سوف تدفن فيها النفايات ، والتى عادة

ماتقسم إلى خمسة أقسام ، هى :

١ - تربة خشنة : وتحتوى على الرمل والتربة الرملية الطميية . ونفاذيتها أكثر من ٥سم / ساعة .

٢ - تربة متوسطة الخشونة : وتحتوى على رمل ناعم ، وتربة رملية طميية . ونفاذيتها من ٦ر١ - ٥سم / ساعة .

٣ - تربة متوسطة : وتحتوى على رمال ناعمة جدا ، وتربة رملية طميية وسلتية . ونفاذيتها من ٦ر١ - ٥سم / ساعة .

٤ - تربة غير خشنة : وتحتوى على رمال ناعمة جدا ، وتربة رملية وتربة سلتية طميية . ونفاذيتها من ٥ر - ٦ر١سم / ساعة .

٥ - تربة ناعمة : وتحتوى على طين ناعم ، وسلت طينى ، وطين . ونفاذيتها ٥ر سم أو أقل من ذلك / ساعة .

ويمكن تقسيم أنواع التربة أيضا إلى :

١ - تربة خشنة : وقطر حبيباتها من ٢ر٧٦ ملليمتراً - ملليمترين .

٢ - تربة رملية : وقطر حبيباتها من . ,٢ - ١ر مليمتراً .

٣ - تربة سلتية : وقطر حبيباتها من ١ر - ٢..ر مليمتراً .

٤ - تربة طينية : وقطر حبيباتها أقل من ٢..ر مليمتراً .

يقصد بنفاذية التربة قدرتها على تمرير كل من الهواء والماء . ويعتمد هذا التمرير علي حجم المسام الموجودة فى التربة . وعادة تتراوح أقطار هذه المسام من عدة ميكرونات إلى عدة ملليمترات . وكلما زادت نعومة التربة.. قلت نفاذيتها . كذلك من الصفات الهامة للتربة قدرتها على التبادل

الأنيونى والكاتيونى والتبادل مع جزيئات المادة . وعادة ماتحمل معادن الطين شحنة سالبة ؛ فعادة ماتنجذب الأيونات أو الكاتيونات الموجبة الشحنة - مثل الأمونيا والكالسيوم ، والمغنسيوم ، والصوديوم - إلى معادن الطين ، أو إلى المادة العضوية . وتلعب درجة الحموضة دورا هاما فى ادمصاص الشحنات السالبة . وعادة ماتكون الشحنات السالبة - مثل النتريت ، والنترات - متحركة فى المياه بين الحبيبات . وتعتبر السعة التبادلية الكاتيونية من الصفات الهامة للتربة ، فعادة ماتتراوح هذه السعة من ١٠ - ٣٠ مليمكافىء / ١٠٠ جرام تربة .

يعتبر تركيب التربة - من حيث الخشونة والنعومة - وكذا نفاذيتها ، والسعة التبادلية الكاتيونية .. من أهم العوامل التى تؤثر فى حركة النفايات داخل التربة . وتعتبر عمليتا الادمصاص والترسيب من أهم التفاعلات الكيماوية التى تحكم حركة المواد فى سوائل التربة . وتتحكم السعة التبادلية الكاتيونية فى التربة فى حركة معظم المعادن السامة - التى تحمل شحنة موجبة - مثل الكادميوم ، والنيكل ، والزنك ، والنحاس. وحيث إن السعة التبادلية الكاتيونية ترتبط - عادة - بحجم الجزيئات وتوزيعها ، ونوع التربة .. فعادة ما يعتمد محتوى المياه من المعادن - فى التربة - على هذه الصفات .

الهدم الميكروبيولوچى

إن معظم المواد العضوية التى تتواجد فى التربة .. يمكن هدمها عن طريق الكائنات الحية الدقيقة ، سواء الهوائية منها أم غير الهوائية . كما تلعب الكائنات الحية الدقيقة فى التربة دورا هاما فى هدم كثير من النفايات

العضوية الخطرة مالم يكن لهذه النفايات تأثير سام وخطير على هذه الكائنات.

وعموما .. فإن الكائنات الحية الدقيقة فى التربة لها قدرة عالية على تحطيم المواد العضوية ، وتحطيم الكربون العضوى . فعلى سبيل المثال .. يتم هدم . ١١ كيلو هكتار يوميا ، دون أن يكون هناك تأثير على البيئة، إلا أن بعض المركبات العضوية الخطرة مثل مبيدات المركبات العضوية المكلورة - يصعب تحللها فى التربة ؛ ولذلك تبقى لمدة طويلة فى التربة دون تحلل . وعادة .. تقوم الكائنات الحية الدقيقة غير الهوائية بتحويل الكربون العضوى - فى النهاية - إلى ثانى أكسيد كربون وميثان ، وتنتج مركبات وسيطة ، مثل حامض الكربوكسيليك ، كما يمكن لهذه الكائنات هدم كل من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون .

وعادة .. لا تبقى الكائنات الممرضة فى النفايات -فى المدافن المأمونة- ولو أن بعضها يمكنه المعيشة فى الطبقة السطحية للمدفن .

وتختلف درجة تحليل هذه المواد عن طريق الكائنات الحية الدقيقة على حسب كون النفايات التى يتم دكها أو تدفن كما هى دون دك ؛ حيث إنه في الحالة الأولى تسود الكائنات اللاهوائية ، بينما تسود الكائنات الهوائية فى الحالة الثانية .

حماية المياه الأرضية

تتلوث المياه الأرضية نتيجة تسرب مياه الأمطار أو المياه السطحية ؛ من

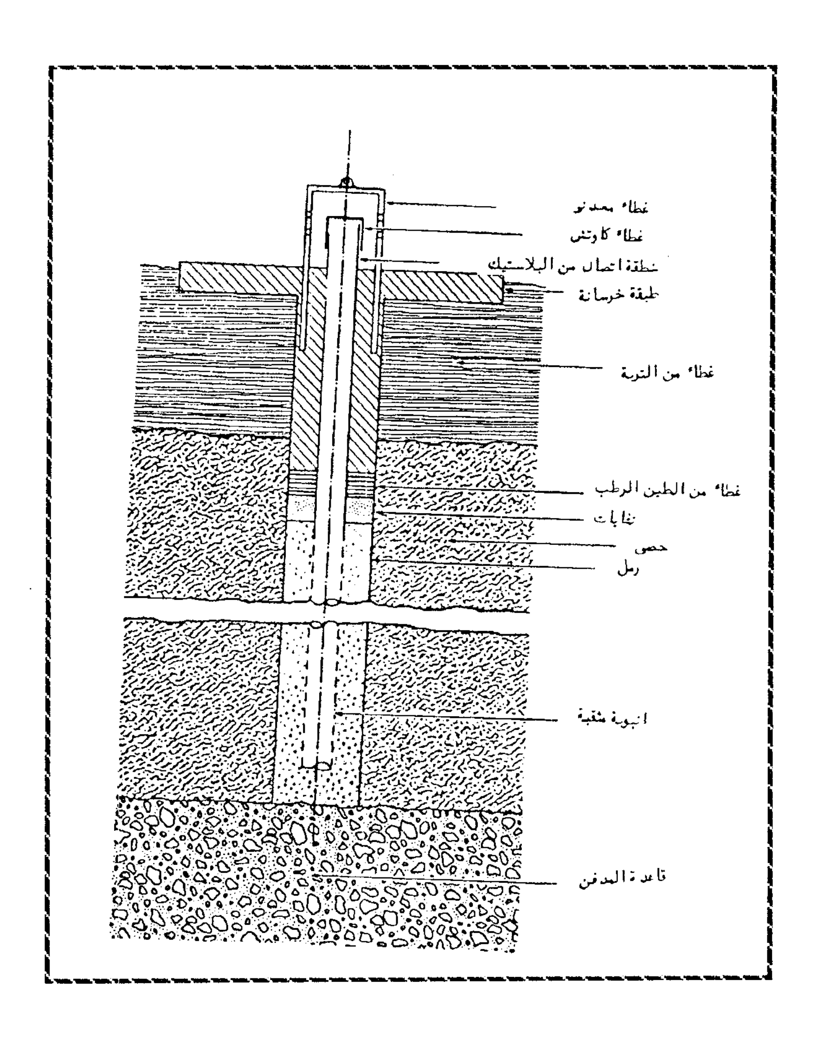
خلال النفايات المدفونة ؛ حيث تتلوث ببعض نواتج التحليل الحيوى للكيماويات أو نواتج هدمها ؛ حيث تخرج مع مايسمى بالراشح المحتوى على نسبة عالية من المواد المعلقة ، سواء العضوية ، أم غير العضوية . وإذا نفذ هذا السائل إلى الماء الأرضى .. فإنه يلوثه .

وفى جميع حالات إنشاء مدفن النفايات يجب التأكد من عدم نفاذية هذا الراشح إلى الماء الأرضى .

وهناك مواقع قليلة لدفن النفايات ، يمكن أن تكون نموذجية ؛ حيث لاتسمح بتسرب الملوثات ، من خلال المواد المدفونة إلى المياه الأرضية ، إلا أن معظم المواقع يتم فيها تسرب هذه المواد إلى المياه الأرضية ، إلا أنه يمكن - هندسياً - عمل الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه إلى الطبقات السفلى ؛ حيث يتم تدعيم المدفن من جميع الجهات ، بوسائل تمنع مرور الراشح إلى المياه الأرضية ؛ حيث يمكن - أيضا - تجميع هذا الراشح من خلال عدد من المواسير ومعالجته ؛ لإزالة النفايات الخطرة منه .

وفى جميع الأحوال .. يجب حماية المياه الجوفية والسطحية من التلوث؛ ولذلك .. يجب أن تكون المعلومات عن القدرة التمريرية للأرض، وكمية السوائل الناتجة ، وحساب كمياتها - مع مرور الوقت - متوافرة ، وهذه الحالة .. تفضل جميع هذه الوسائل ، ومعالجتها ، والتخلص من النفايات الخطرة بها .

ويمكن عمل اختبارات مستمرة عن كمية الراشح ومحتوياته ؛ باستخدام الوحدة الموضحة بالشكل رقم (٦) .



شكل (٦) : وحدة متابعة التلوث على مستويات مختلفة .

وهناك عوامل كثيرة تؤثر فى عملية تلويث المياه الأرضية ، التى غالبا ماتكون أشد ضررا من تلويث المياه من الناحية الصحية ومن ناحية التأثير على البيئة . ومن أهم هذه العوامل .. الصفات الطبيعية والكيماوية للراشح، ومدى قدرته على النفاذية من خلال الطبقات المختلفة للتربة ؛ وهجرته من طبقة إلى أخرى ، ومدى تفاعله مع مكونات التربة ، ومدى تأثره بالكائنات الحية الدقيقة التى تقوم بتحطيمه ، أو إنهائه إذا أمكن ذلك . وعادة .. تقسم مكونات الراشح الذى يلوث الماء الأرضى إلى أربعة أقسام:

١ - الجزىء الرئيسى من المعادن والأيونات ؛ مثل الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والحديد ، والصوديوم ، والأمونيا ، والكربونات ، والكبريتات، والكلوريدات .

٢ - العناصر النادرة ؛ مثل المنجنيز ، والكروم ، والنيكل ، والرصاص، والكادميوم .

٣ - مجموعة كبيرة من المركبات العضوية ، والتى عادة ماتقاس فى عدة صور ، مثل الكمية الكلية للكربون العضوى (TOC) ، أو الاحتياجات من الأكسجين الكيماوى (COD) ، أو بعض المركبات العضوية مثل الفينول.

٤ - مكونات الكائنات الحية الدقيقة ومنتجاتها .

هذا .. وتختلف مكونات الراشح باختلاف أنواع النفايات المدفونة إذا كانت نفايات منزلية أو نفايات مصنع .

ويبين الجدول ٢ محتوى الراشح الناتج من نفايات منزلية فى مراحل مختلفة بالمليجرام / لتر .

جدول (٢): محتوى الراشح الناتج من نفايات منزلية فى مراحل مختلفة بالمليجرام / لتر

المادة	راشح من نفايات حديثة	راشح من نفايات قديمة
درجة الحموضة	٦ر٢	٥ر٧
(COD) الاحتياجات من الأكسجين الكيماوى	٢٣٨....	١١٦.
(BOD) الأحتياجات من الأكسجين الكيموحيوى	١١٩..	٢٦.
(TOC) إجمالى الكربون العضوى	٨...	٤٦٥
الأحماض الدهنية	٥٦٨٨	٥
النتروجين من الأمونيا	٧٩.	٣٧.
النتروجين المؤكسد	٣	١
الفوسفات	٧٣ر	١ر٤
الكلوريد	١٣١٥	٢.٨.
صوديوم	٦٩.	١٣..
مغنسيوم	٢٥٢	١٨٥
بوتاسيوم	٧٨.	٥٩.
كالسيوم	١٨٢.	٢٥.
منجنيز	٢٧	٢ر١
حديد	٥٤.	٢٣
نيكل	٦ر	١ر

جدول (٢): يتبع

المادة	راشح من نفايات حديثة	راشح من نفايات قديمة
نحاس	١٢ر	٣ر
زنك	٢١٫٥	٤ر
رصاص	٨٫٤	١٤ر

جدول (٣): محتوى الراشح الناتج من نفايات مدفونة دفناً أرضياً ملليجرام / لتر ماعدا درجة الحموضة

المادة المقدرة	من نفايات ٤٣٪ من الصناعة والباقى منزلية	من نفايات ٦٦٪ نفايات صناعية والباقى منزلية
درجة الحموضة	٨ - ٨٫٥	٦٫٨
COD	٨٥٠ - ١٣٥٠	٤٧٠
BOD	٨٠ - ٢٥٠	٣٢٠
TOC	٢٠٠ - ٦٥٠	١٠٠
الأحماض المتطايرة	٢٠	١٠
نتروجين من الأمونيا	٢٠٠ - ٦٠٠	١٢٠

جدول (٣): يتبع

المادة المقدرة	من نفايات ٤٣٪ من الصناعة والباقى منزلية	من نفايات ٦٦٪ نفايات صناعية والباقى منزلية
نتروجين عضوى	٥ - ٢٠	٦٢
نتروجين نترات	--	--
نتروجين نتريت	١ر - ١٠	٤٠ر
فوسفات	٢ر	٦ر
كلوريد	٣٤٠٠	٦٨٠
كربونات	٣٤٠	٣٠
صوديوم	٢١٨٥	٤٦٢
بوتاسيوم	٨٨٨	٢٠٠
مغنسيوم	٢١٤	٦٦
كالسيوم	٨٨	١٨٨
كروم	٥٠ر	٢٠ر
منجنيز	٥ر	--
حديد	١٠	٧٠
نيكل	٤٠ر	١ر
نحاس	٩٠ر	٩٠ر
زنك	١٦ر	٦٠ر
كادميوم	٢٠ر	٥٠٠٠ر
رصاص	١ر	٤٠٠ر

جدول (٣): يتبع

المادة المقدرة	من نفايات ٤٣٪ من الصناعة والباقى منزلية	من نفايات ٦٦٪ نفايات صناعية والباقى منزلية
فينولات احادية	١.ر	
سيانيد كلى	٤ر٨	
مبيدات كلورية عضوية	١.ر	
مبيدات فوسفورية	٥.ر	
PCBs	٥.ر	

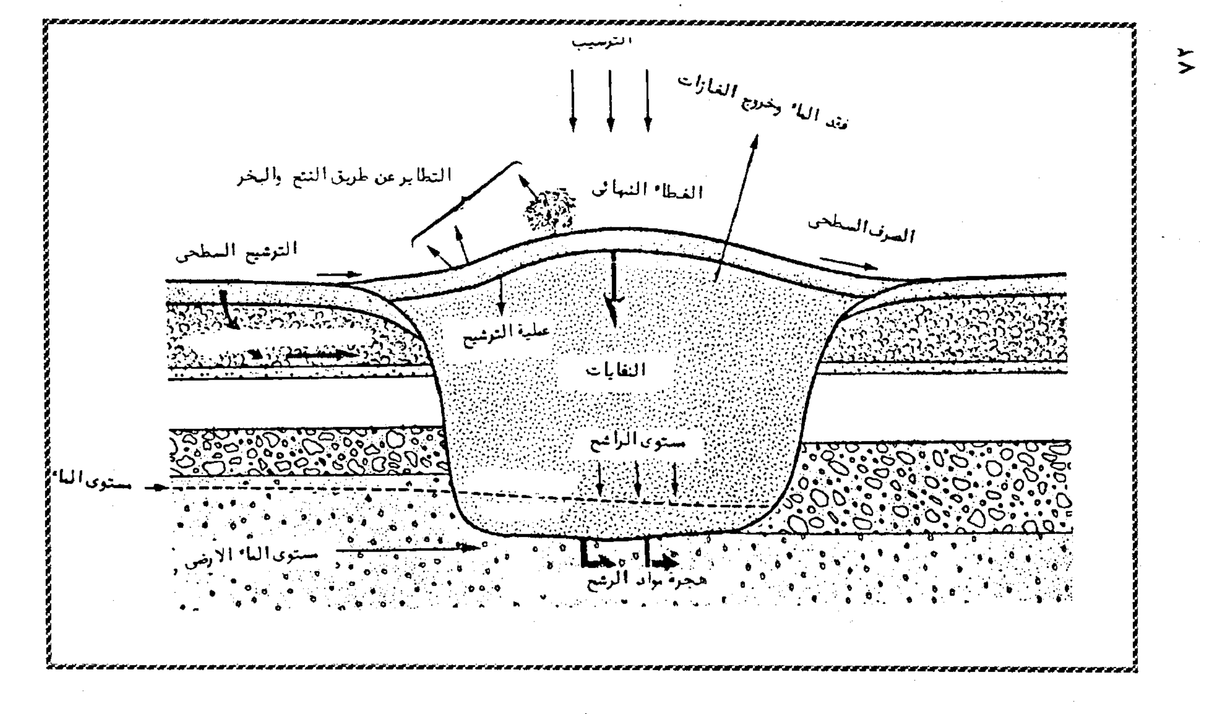
ويوضح الشكل رقم (٧) كيفية قيام الراشح بتلويث المياه الأرضية والسطحية .

الشروط الواجب توافرها فى المدافن المأمونة الأرضية

١ - يجب أن يكون الموقع المختار قد تم اختياره هندسيا ، ليوائم عملية الدفن المأمونة للنفايات ، وأن يحقق الأمن الصحى للإنسان والبيئة .

٢ - يجب أن يكون المدخل إلى هذا الموقع مناسبا من حيث قربه من موقع إنتاج النفايات ، كما يجب أن يكون بعيداً - قدر الإمكان - عن المناطق الآهلة بالسكان ، وبعيداً عن المزارع المنتجة للمواد الغذائية . ويفضل أن لا تكون طرقه مزدحمة بوسائل المواصلات .

٣ - يجب أن يزود الموقع بعديد من المبانى ، ووحدات الإطفاء ،



شكل (٧) : كيفية وصول الملوثات من الراشح إلى المصادر المائية .

ووسائل حماية الأفراد ، ووسائل الأمن ، ووحدات تنظيف المعدات ، ويكون مزودا بالمياه النظيفة ، والكهرباء ، ووسائل الصرف الصحى ، والتليفون ، ومخازن المعدات ، و(الجراجات) ، كما يجب أن يكون بالموقع - أيضا - وحدة للصيانة ، وميزان ، وطقم كامل من المديرين والعمال .

٤ - ويتم التخطيط لعمل مكتب خاص للإدارة ، يتم فيه رصد كميات النفايات التى تدخل يوميا ، ونوعياتها ، وحجم هذه الكميات ، وعدد السيارات .

٥ - يجب أن يزود الموقع بوسائل إعاشة ، مثل وجود (كنتين) ، أو (كافيتيريا)؛ لخدمة العاملين بالموقع ، كما يجب أن تحتوى على وسائل راحة؛ مثل الكراسى ، والمناضد ، ووسائل الإسعاف ، وحمامات تحتوى على مياه ساخنة وباردة للاستحمام .

٦ - كما يجب أن يحتوى الموقع على مخازن لتخزين المبيدات ، أو الكيماويات ، والزيوت ، وقطع الغيار ، والمعدات ، والوقود ، ومعدات إطفاء الحريق وغيرها .

٧ - يجب أن يتواجد بالموقع (جراج) ، أو مجموعة من (الجراجات) ، تحمى السيارات من حرارة الشمس وسقوط الأمطار ، ومزودة بالكهرباء ، ويكون هواؤها محميا من الملوثات . كما يجب أن تزود (الجراجات) بوحدات لغسيل المعدات والسيارات .

٨ - يجب أن يزود الموقع بوحدة لتسجيل كافة البيانات عن نوعية النفايات ، وأماكن إنتاجها ، وكذا أوزانها ، وأحجامها ، وأماكن دفنها ،

وغير ذلك من البيانات .

٩ - يزود الموقع بميزان يختلف فى مواصفاتة باختلاف مقادير المواد المراد دفنها ، وأوزان السيارات وحمولاتها .

١٠ - يجب أن يزود الموقع بوحدة غسيل لعجل السيارات ؛ منعاً لانتقال الملوثات من المدفن إلى الطرق الرئيسية ؛ حتى لاتتلوث البيئة فى المناطق التى تسير بها السيارات . ويجب التأكد - قبل خروج السيارات - من عدم خروج أية مواد ضارة من خلال عجل هذه السيارات . وعادة ما يتم تمرير السيارات على حمام ماء - لغسيل عجل السيارات - يسمح بأن تفقد السيارة كل ماتحملة من مواد ملوثة قبل خروجها . وقد يتم إمرار السيارة على هزاز يسمح للسيارة بالتخلص من أية مواد ضارة تحملها .

١١ - كما يجب أن يزود المدفن بنظام يسمح للأهالى بدفن نفاياتهم ؛ نظرا لقربهم من هذه الموقع ؛ مما يساعد على الحفاظ على البيئة من التلوث بهذه المخلفات ؛ حيث يعتبر الأهالى مثل هذا الموقع مقلباً عاماً .

١٢ - يجب الاهتمام برصف جميع الطرق المؤدية إلى الموقع والخارجة منه ، مع تنظيم طرق خاصة للدخول وأخرى للخروج ؛ تنظيما للعمل ، ولتجنب أزدحام طرق المواصلات واضطرابها .

١٣ - يجب اتخاذ كافة الإجراءات الأمنية لمنع خروج ملوثات ، أو تدوير مخلفات داخل المدفن أو خارجه ؛ تفاديا للمخاطر الصحية ، ومخاطر تلوث البيئة .

الفصل الثالث

كيفية إنشاء مدفن مأمون

عادة يتكون المدفن المأمون في أماكن محفورة طبيعيا ؛ كحفر مناجم أومحاجر الزنك والبازلت والرمل ؛ حيث تتواجد حفر كبيرة يسهل تعديلها بالمعدات ؛ لتكون صالحة للعمل كمدفن مأمون ، أو يتم إنشاؤه صناعيا عن طريق حفر حفر عميقة ، لاتقل فى عمقها عن ٨ أمتار . ويجب أن تكون ميول هذه الحفرة ١ / ٣ ، وأن تحاط الحفرة بتباب من الأتربة ، يتم زراعتها عادة بالأشجار الكبيرة ؛ لتكون كمصد رياح يمنع حركة الملوثات من المدفن إلى الأماكن المجاورة .

وحيث إن هذا العمق غالبا ما يكون قريبا من سطح الماء الأرضى فى بعض المناطق ؛ لذلك لزم تبطين القاع بمواد مبطنة طبيعية ، أو صناعة طبيعية مثل التربة الطينية ذات المسامية المنخفضة جدا والتي عادة ماتكون أقل من ١×١٠^{-٧} سم / ثانية ؛ أى معدل ٣. ر متراً / فى العام .

وإذا لم تتواجد التربة الطبيعية ذات النفاذية المنخفضة جدا .. يمكن استعمال معادن المونتوموريلوينت والكاؤلينيت ، كمعادن طبيعية تمنع نفاذية

الراشح منعا لتلوث المياه الأرضية .

وقد يكون التبطين صناعيا ؛ عن طريق استعمال عدة أنواع من شرائط البلاستيك السميكة التى لاتسمح برشح السوائل .

وهناك عديد من مواد التبطين الصناعية ؛ مثل المطاط البيوتيلى ، والبولى إيثلين المكلور ، والبولى إيثلين المكلور والمكبرت ، وأيبوكوروهيدرين مطاط ، وايثلين بروبلين مطاط ، والنيوبرين والبولى فينيل كلوريد ، والثرمو بلاستيك الستوميرز والبولى إيثلين ذى الكثافة العالية .

Butyl rubber, chlorinated polyethylene, chlorosulfonated polyethylene, Epichlorohydrin rubbers, ethylene propylene rubber; Neoprene, polyvinyl chloride thermoplastic elastomers, high density polyethylene.

وهى كلها مواد صناعية ، تستعمل بنجاح لمنع الراشح من الوصول إلى المياه الأرضية .

ويراعى - عند استخدام هذه المواد - أن يتم ضغط الأرضية ؛ لتكون قوية تحت هذه البطانة ، وأن تكون الأرضية خالية من الحشائش وجذوع الأشجار وجذور الأشجار ؛ حتى لاتسبب تمزق المادة المبطنة وتتحمل الأثقال التي سوف تمشى فوقها ، وتتحمل المواد الكمياوية والصفات الطبيعية للراشح ، وتتحمل الظروف البيئية المختلفة .

وفى الولايات المتحدة .. تستخدم - عادة - طبقتان للتبطين ؛ حيث

يوضع فوق طبقة التبطين السفلى طبقة من الزنك ، ثم طبقة من الرمال بمعدل ٣٠سم لكل منها ، ثم توضع طبقة أخرى من المواد المبطنة ، وتتواجد فى المنطقة بين البطانتين عدة مواسير مثقبة ، ويتم سحب مياه الراشح من خلال هذه الأنابيب ، كما فى الشكلين رقم ٤ ، ٥ .

والمعروف أن قابلية الرمل الناعم لتنفيذ الراشح تتراوح من $١٠^{-١}$ إلى $١٠^{-٣}$ سم / ثانية ، بينما تكون قابلية المواد السلتية $١٠^{-٥}$ - $١٠^{-٧}$ ، بينما تتراوح نفاذية التربة الطينية بين $١٠^{-٦}$ سم / ثانية أو أقل .

والمعروف أن عملية دك التربة بالكومباكتور تؤدى إلى قلة نفاذية التربة؛ وتجعلها صالحة لعدم نفاذية الرشح .

هذا مع ملاحظة أن الراشح المتكون من أحماض عضوية : مثل حامض الخليك أو الإيثيلتين جليكول ، أو الأسيتون ، أو الزيلين أو الهبتان تعتبر من المواد التى تزيد من مسامية التربة .

هذا .. وعادة مايقسم المدفن إلى عدة خلايا ؛ حيث يتم دفن النفايات فى صورة طبقات ، كل طبقة لاتزيد على ٣٠سم ، ثم تغطى بطبقة من التربة ... وهكذا . وعند الانتهاء من الخلية .. يتم فتح خلية أخري للعمل بها .

وعند التفكير فى إنشاء مدفن مأمون .. يراعى مايأتى :

١ - يتم تحديد نوع المواد التى يراد دفنها وكمياتها وصفاتها الطبيعية والكيماوية ، خاصة ماتم إفرازه فعلا ، أو ماسوف يتم إفرازه يوميا .

٢ - يتم اختبار عدة مواقع من واقع خرائط ، بالاستشعار عن البعد ،

أو عن طريق التصوير الضوئى ، أو من واقع الخرائط الموجودة والمتاحة . وتشمل هذه الدراسة مايلى :

أ - مساحة الأماكن المختارة .
ب - طوبغرافية المكان المرشح للاختبار .
جـ - مستوى الماء .
د - المنافع .
هـ - الطرق .
و - تركيب التربة .
ز - استعمال المكان (أراضٍ صحراوية - أراضٍ زراعية - أراضٍ صلبة ... إلخ .)

٣ - يتم دراسة التربة من حيث النوع ، والعمق ، والتركيب الكيماوى والطبيعى والميكانيكى ، وكمية الرطوبة ، والقابلية للنفاذية ، ومدى بقائها ومحتواها من المواد العضوية ، ودرجة الحموضة ، والسعة التبادلية الكاتيونية، ومستوى الماء الأرضى ، وتحرك الماء الأرضى على مدار السنة، وسرعة مرور المياه من التربة ، ونوع المياه وصفاتها وكمياتها واستعمالاتها.

٤ - معلومات عن مدى الترسيب ، والتبخير ، ودرجة الحرارة ، وعدد أيام الصقيع ، وحركة الرياح ، وهبوط الأمطار .

٥ - معلومات عن المكان من حيث مدى مقدرة تحمل التربة ، والمسافة بين هذا المكان وبين أقرب مكان سكنى ، وأنواع الطرق الموجودة ، والمبانى الموجودة فى المنطقة .

بعد ذلك .. يتم اختيار المكان المناسب من حيث :

أ - الطوبغرافية والميول .
ب - نوع التربة .
جـ - نوع الصخور الأم المتكونة منها التربة .
د - بعد الماء الأرضى .

بعد ذلك .. يتم التصميم الهندسى لاختيار :

أ - عمق المدفن وطوله وعرضه .
ب - حجم كل خلية .
جـ - تنسيق الخلايا .
د - أبعاد مواسير نقل الراشح .
هـ - طبقة الترشيح .
و - طبقة الغطاء السفلى وسمكها .
ز - طبقة الغطاء الخارجى وسمكه .

بعد ذلك يجب أن يوضع - فى الحسبان - مايلى :

أ - نوع التربة التى سوف تستعمل للتغطية .
ب - وسائل التغطية .
جـ - مدى الحاجة إلى نقل تربة من أماكن أخرى .
د - المعدات والآلات اللازمة .
هـ - الأشخاص الفنيون اللازمون لذلك .

ويجب أن يوضح فى التصميم مايلى :

أ - وسائل التحكم فى سوائل الرشح .
ب - وسائل التحكم فى كميات الغازات الناتجة .
جـ - التحكم فى كميات المياه السطحية .
د - الأهتمام بالطرق المؤدية إلى المدفن وبدائل الطرق .
هـ - عملية الإنارة ، وتوفير المياه ، وغسيل العربات والسيارات ، وغير ذلك من العمليات .

المدافن المخصصة لنوع واحد من النفايات

Monodisposal

هى المدافن التى يدفن بها نفايات ذات مواصفات طبيعية وكيماوية واحدة . وقد يتغير التركيب الكيماوى والطبيعى للنفايات فى المدفن ، ولكنها فى الأصل ذات مواصفات كيماوية وطبيعية واحدة . ومن أمثلة ذلك.. النفايات التي تخرج من حرق مواد الوقود فى محطات توليد القوى والتى تدفن - عادة - فى مدافن خاصة . ومن الأمثلة الأخرى .. دفن المركبات الكيماوية غير العضوية والتى تتواجد بكميات كبيرة ؛ مثل النواتج القلوية لمصانع الأسمنت ، أو النواتج ، التى تحتوى على حامض كبريتيك من مصانع الجبس .

المدافن المخصصة لعديد من النفايات Multi Disposal

وفيها يتم دفن عديد من النفايات الخطرة وغير الخطرة على حد سواء .

وقد تحوى نفايات صلبة ، وأخرى سائلة ، وطيناً ، وروبات ، لها صفات طبيعية وكيماوية مختلفة . وقد تحوى مركبات يسهل تحللها ، أو مواد غير قابلة للتحلل . وعادة .. تختلط النفايات المختلفة ببعضها .

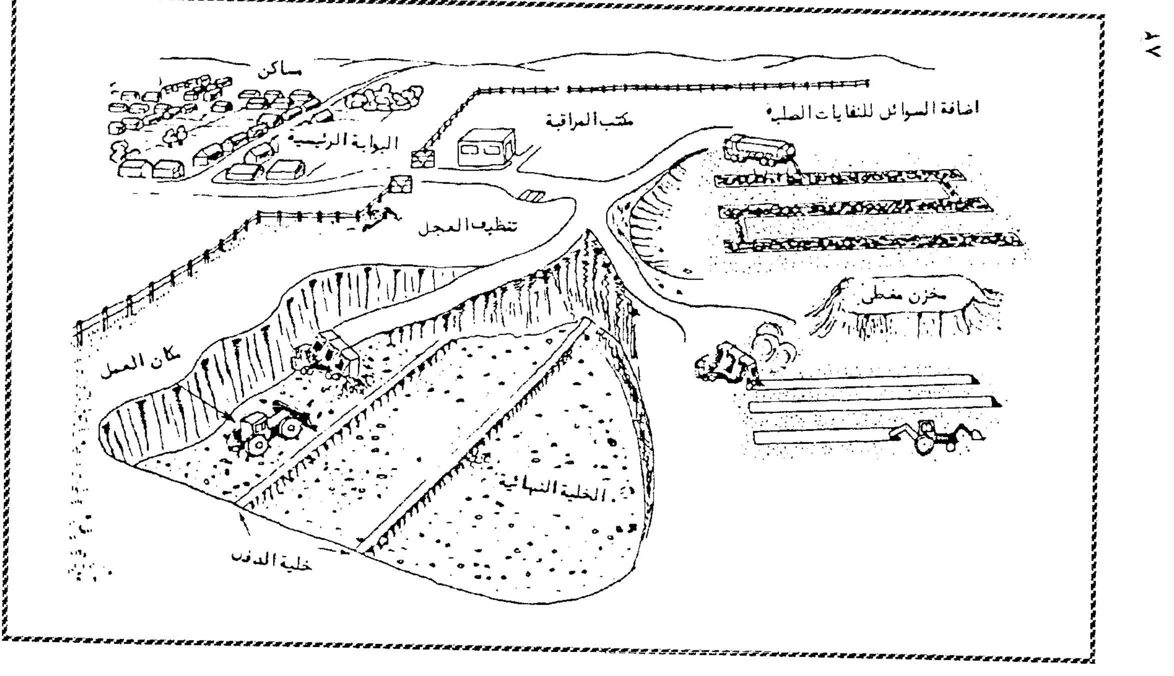
المدفن المتعدد الأغراض Codisposal

يقسم هذا المدفن - عادة - إلى عدة مدافن صغيرة ، كل منها يستعمل لغرض من الأغراض ؛ فيوجد مدفن للنفايات السائلة ، وآخر لنفايات المنازل، وثالث لنفايات المصانع . وعادة .. يعامل كل نوع من النفايات معاملة خاصة؛ طبقا لكمية النفايات والإمكانات المتاحة .

ويوضح الشكل رقم (٨) ملامح هذا المدفن .

معاملة النفايات قبل الدفن Pre-treatment

قد تعامل النفايات - قبل دفنها - فى بعض الظروف الخاصة ؛ فمثلا.. فى حالة النفايات السائلة جدا .. قد يتم فصل كمية كبيرة من الماء فيها قبل دفنها أو تعبئة بعض المواد الخطرة (مثل ألياف الاسبستوس) فى أجولة أو أكياس ؛ لتخفيف تطايرها فى الهواء أثناء الدفن ، أو تحويل النفايات إلى مواد صلبة ، أو ضغط النفايات لتقليل حجمها . وعادة .. تتم المعاملة بطرق طبيعية أو كيماوية ؛ فمثلا تستخدم الطرق الطبيعية عن طريق ترشيح النفايات ؛ لتقليل كميات الماء بها ، أو إضافة بعض المذيبات ؛ ليسهل فصلها عن المياه . أما فى الطرق الكيماوية فيمكن ذلك عن طريق معادلة الحموضة أو القلوية أو عملية الأكسدة أو الاختزال أو الترسيب ؛ لتغيير



شكل (٨) : المدفن المتعدد الأغراض .

شكل ونوعية النفاية ، أو عن طريق تحويلها إلى مواد صلبة ، كما سنوضح فيما بعد .

خلط النفايات فى المدفن وخطورتها

قد يتم خلط النفايات فى حالة المدافن التى تدفن فيها عديد من النفايات. وفى هذه الحالة .. يجب مراعاة أن ينتج عن ذلك تفاعل بين مادة أو أكثر ، محدثا حرائق ، أو انفجارات ، أو اشتعالات فى المادة السامة ، أو انطلاق حرارة ، أو خروج مواد سامة قابلة للذوبان في الماء . فعادة مايحدث عند خلط بعض النفايات الخطرة حدوث مايأتى :

١ - إنتاج حرارة نتيجة للتفاعلات الكيماوية . وقد ينتج عن ذلك حرائق أو انفجارات ؛ مثل خلط المعادن القلوية والبودرة المعدنية .

٢ - إنتاج غازات سامة ؛ مثل الأرسين ، وسيانيد الهيدروجين ، وغاز كبريتيد الهيدروجين .

٣ - إنتاج غازات قابلة للاشتعال ؛ مثل هيدروجين الأستيلين .

٤ - إنتاج غازات سامة ، مثل أكاسيد النتروجين ، وثانى أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكبريت ، والكلور ... إلخ .

٥ - حدوث تفاعلات كيماوية ، ينتج عنها معقدات من المعادن الثقيلة السامة .

ويبين الشكل رقم (٩) النتائج المحتملة من خلط ١٢ نوعاً من النفايات الخطرة مع بعضها فى المدافن .

١	احماض اكسدة معدنية	١											
٢	قلويات	ح	٢										
٣	هيدروكربونات اروماتية	ح حق		٣									
٤	هالوجينات عضوية	ح حق سخ	ح سخ		٤								
٥	معادن	سخ ح حق			ح حق	٥							
٦	معادن سامة	ذ	ذ				٦						
٧	هيدروكربونات اليفاتية	حر حق						٧					
٨	فينولات ـ كرسول	حر حق							٨				
٩	مواد مؤكسدة قوية		حر	حر حق		حر حق		حر		٩			
١٠	مواد مختزلة قوية	حر حق غ			حر سخ				غ حر	حر حق م	١٠		
١١	ماء ومخاليط مائية	حر			حر م		ذ				غ سخ	١١	
١٢	مواد مائية قابلة للتفاعل	← لا تخلط مع كيماويات او نفايات →											١٢

م	متفجر
حق	حريق
غ	غاز
سخ	غاز سام
حر	حرارة
ذ	ذوبان المواد السامة

شكل (٩) : مخاطر خلط النفايات مع بعضها .

الفصل الرابع

مدافن النفايات الخاصة

Specific Hazardous Waste Disposal

التخلص من راشح دفن النفايات

أولاً : دفن النفايات السائلة

إن حجم المادة السائلة المراد دفنها يعد العامل الأساسى فى التخلص من هذه النفايات ، وليست كفاءة المدفن فى استقبال المادة السائلة - كما يعدّ مستوى الماء ، وطول بقاء السائل ، وسقوط الأمطار عوامل شديدة الأهمية فى التخلص من هذه النفايات السائلة . وقد تعامل هذه المدافن ببعض المواد ذات الكفاءة العالية من حيث الادمصاص .

ثانياً : دفن الأحماض

عادة .. يتم دفن الأحماض مباشرة فى المدافن الأرضية ، وتعتبر

الأحماض من المواد التى تسبب تآكل التربة . وعادة ماينتج عنها غازات تسبب حرائق ، أو تنتج غازات سامة نتيجة إلى التفاعل الكيماوى . وعادة.. يجفف الحامض قبل دفنه ، وتقوم بعض النفايات الأخرى - خاصة النفايات المنزلية - بمعادلة هذه الأحماض . ويجب أن يتحول الناتج من هذه الأحماض إلى الصورة المتعادلة ، خصوصا فى السوائل المرشحة .

ويجب الانتباه إلى أربعة مخاطر ، وهى :

١ - أن النفايات الحمضية كفيلة بعملية إذابة بعض المعادن الموجودة فى بعض النفايات الأخرى .

٢ - أن كمية السوائل الحمضية الناتجة عن دفن الأحماض عادة ما تكون أكثر خطورة من أية حالة دفن أخرى .

٣ - عادة ماتكون المواد الحمضية ذات ضرر كبير لمنظفات البيئة من الكائنات الحية الدقيقة ، التى تلعب دوراً هاماً في هدم كثير من هذه النفايات .

٤ - أن الأحماض تتفاعل - عادة - مع بعض النفايات الأخرى ، مكونة غازات سامة .

وتعتمد كفاءة المدفن - فى تجنب هذه المخاطر - على احتوائه على كميات من المواد التى تعادل هذه الحموضة ، أو احتوائه علي مواد خاصة ، تمنع تسرب الأحماض . وعادة .. يفضل دفن الأحماض فى مدافن تحتوى على النفايات الصلبة للمنازل، والتى مر على دفنها أكثر من عام - خمسة أعوام .

وإذا اضطر إلى دفن الأحماض .. فيجب ألا يزيد تركيز حامض

الهيدروكلوريك والكبريتيك على ٢. ٪ ، والنتريك علي ٥٪ ، والكروميك على ٥٪ . ويجب - فى حالة حامض الكروميك - معادلة الحموضة ؛ لُتصل إلى درجة حموضة ٤ حتى لا تحدث تفاعلات غير مأمونة مع المواد العضوية . ولو فُرض أن عدة أحماض دُفِنَتْ مع بعضها يجب إجراء دراسة تفصيلية للتفاعلات التى يمكن أن تحدث ؛ فالحالة ستكون مختلفة عما إذا كان كل حامض منفردا . ويجب ألا تزيد كمية حامض الكبريتيك التى تدفن على ٢. كيلو جراماً لكل طن من النفايات الواردة من المنازل ، وعمرها ١ - ٥ سنوات. أما كمية حامض الأيدروكلوريك .. فلا يجب أن تزيد على ٥ كيلو جرامات لكل طن نفايات منزلية . ويجب تحليل مياه الرشح الناتجة ؛ حيث إنها سوف تحتوى على كميات كبيرة من العناصر الثقيلة ، وفى مقدمتها الزنك والنيكل .

ثالثا : دفن العناصر الثقيلة

أخطر العناصر الثقيلة تأثيرا فى البيئة هى الكادميوم والكروم والنحاس والرصاص والنيكل والزنك . وقد تتواجد هذه العناصر مجتمعة أو منفردة فى مياه الراشح الناتج من المرافق .

وعادة .. تنتج المعادن الثقيلة من دفن نفايات البويات ، والرماد ، والعجائن الطبيعية الناتجة من المصانع .

ولاينتج من النفايات المنزلية عناصر ثقيلة ، إلا أنها يمكن أن تنتج من مدافن النفايات المتعددة ، أو من المدافن المتعددة الأغراض .

إن احتواء النفايات علي معادن قابلة للذوبان من الكروم والنحاس

والرصاص والزنك (بمعدل ٠,١ مليجرام/لكل طن نفايات منزلية) يعرض الراشح للتلوث بهذه العناصر ، بتركيزات تعتبر خطرة ، على بعد ٣ أمتار فقط من النفايات المدفونة . كما أن النفايات المعدنية غير القابلة للذوبان قد تتحول إلى مواد قابلة للذوبان بفعل التفاعلات التى تحدث فى المدافن .

هذا .. وقد تسبب العناصر الثقيلة أضرارا خطيرة على منظفات البيئة من كائنات حية ومنقية وغيرها ؛ حيث تعتبر سامة لهذه الكائنات ؛ مما يعطل عملية هدم المواد العضوية والنشاط الحيوى فى المدفن .

رابعا : دفن النفايات المحتوية على الزرنيخ والسيلينيوم والانتيمون

يجب ألا تزيد نسبة الزرنيخ الموجودة فى الراشح على ٠,١ ملليجرامات / لتر . ويمكن دفن النفايات التى تحتوى على الزرنيخ . وعادة تتم معاملة النفايات التى تحتوى على زرنيخ قابل للذوبان فى الماء ؛ للتأكد من أن التركيز لن يزيد فى الراشح على ٠,١ ملليجرامات / لتر .

ويمكن دفن كميات لاتزيد على نصف كيلوجرام مركبات زرنيخ ، دون معاملة سابقة . ويجب أن تغطى أية كمية من نفايات الزرنيخ بما لايقل عن مترين من النفايات . أما النفايات التى تحتوى على كبريتيدات الزرنيخ .. فيجب خلطها بكميات من الجير . وقد يؤدى إنتاج هيدروجين نشط إلى تكوين غاز الأرسين الخطير على الصحة العامة .

وعموما .. فالنفايات التى تحتوى على السيلينيوم والأنتيمون يجب

معاملتها بنفس الطريقة التى تعامل بها مركبات الزرنيخ .

خامسا : دفن النفايات المحتوية على الزئبق

لابد من معرفة الصورة التى يتواجد عليها الزئبق قبل دفن النفايات المحتوية عليه ؛ حيث إن جميع صور الزئبق يتم تراكمها فى الأنسجة . وعموما .. فمركبات الزرنيخ العضوية أو القلوية تعتبر أشد سمية ، ويجب دفن النفايات المحتوية على الزئبق فى أماكن لايجرى بها أى رشح أفقى أو رأسى . ويفضل دفنه فى مكان خاص بعيدا عن النفايات الأخرى . ويجب ألا تزيد كميته على ٠.٢ مليجراما / كيلوجرام من المواد غير العضوية ، أو ملليجرامين لكل كيلو جرام مادة عضوية .

ويجب أن يزيد محتوى مركبات الزئبق من النفايات على جرامين / طن نفايات منزلية ، ولايصرح بالمدافن التى تحتوى علي معدل كيلوجرام واحد من الزئبق ؛ خوفا من تأثيرها علي صحة الإنسان والبيئة .

كما يجب إيقاف دفن أية نفايات تحتوى علي أكثر من ١٠٠ مليجرام / كيلوجرام مادة عضوية فى أى نوع من المدافن .

سادسا : النفايات المحتوية على فينولات

إن المركبات الفينولية (مثل الفينول والكريزول والزيلينول) تذوب- عادة - فى الماء . ويؤدى تسرب هذه المركبات إلى مياه الشرب - حتي بتركيزات منخفضة جدا - إلى تغير طعم مياه الشرب ورائحتها .

وكذلك .. يجب ألا يصل الراشح المحتوى على هذه المركبات إلى المصادر المائية . وعادة .. يتم هدم هذه المركبات عن طريق الكائنات الدقيقة الحية الهوائية أو اللاهوائية .

وعادة .. يحتوى الراشح الناتج من نفايات حديثة على تركيزات من الفينول ، تتراوح من ملليجرام واحد إلى ١٠ مللجيرامات / لتر . بينما يحتوى الراشح من النفايات القديمة على ملليجرام واحد / لتر .

هذا .. ويجب ألا تزيد الفينولات علي ٢ كيلوجرام لكل طن من النفايات. وعادة .. يتم هدم الفينولات - بيولوجيا - عن طريق الكائنات الهوائية واللاهوائية .

سابعا : النفايات البترولية

عادة ما تتواجد النفايات البترولية فى ثلاث صور : إما فى سورة زيوت حرة ، وإما مستحلبات من الزيت والماء ، وإما رواسب زيوت ، والتى غالبا ما تكون فى صورة صلبة . وتقوم النفايات الصلبة بادمصاص النفايات الرئيسية ، علما بأنه يتم هدم هذه المركبات الزيتية ببطء شديد ؛ نتيجة ادمصاصها على المواد الصلبة . ويمكن هدم المركبات البترولية عن طريق تشجيع نمو الكائنات الحية الدقيقة الهوائية ، وتشجيع نشاطها .

ويمكن التخلص من النفايات البترولية عن طريق استخلاصها وإستعمالها كوقود ، خاصة فى النواتج البترولية الناتجة من البحار والشواطئ . وعادة.. تتواجد الزيوت فى راشح نفايات المنازل بمعدل ١٠ ملليجرامات / لتر . ويجب ألا تزيد كمية الزيوت المدفونة على ٥ر٢ كيلوجرام / طن من

النفايات . ويجب ألا تزيد الزيوت فى الراشح على ١٠ ملليجرامات / لتر. كما يجب ألا تزيد كمية المستحلبات الزيتية فى النفايات على ٤٠ كيلو جرام / طن نفايات .

ثامنا : دفن النفايات المحتوية على مبيدات

لايستحب دفن نفايات المبيدات المركزة فى مدافن مأمونة ، ولكن يجب التخلص منها عن طريق تعريضها لدرجة حرارة عالية أو حرقها . أما النفايات التي تحتوى على تركيزات منخفضة من المبيدات - مثل نواتج غسيل الأوعية - فهذه يمكن دفنها فى المدافن المخصصة لنوع واحد من النفايات.

ويجب ألاتزيد كمية المبيدات على ١٠ جرامات / متر مكعب أو ٢٠ مللجراما مادة فعالة فى كل كيلوجرام من المبيدات .

وتزداد خطورة هذه المبيدات بزيادة قابليتها للذوبان في الماء . كما يمكن دفن هذا النوع من النفايات فى خزانات ، يتم عملها فى الأراضى الصحراوية التى يكون الماء الأرضى فيها بعيداً .

تاسعا : دفن نفايات البوليكلورينيتيد باى فينول PCBS

تعتبر هذه المركبات من أشد المركبات بقاء فى البيئة . ويتم هدمها فقط تحت الظروف اللاهوائية ، وهى قليلة الذوبان فى الماء ، ليس من السهل تحركها فى التربة ؛ حيث تذوب بمعدل ١٠ر - ١٠٠ر مليجراما / لتر . ويتم ادمصاص هذه المركبات على المواد العضوية الصلبة . وقد أوضحت

الدراسات أنه يمكن تحطيم هذه المركبات إذا دفنت بمعدل ٢. ملليجراما / كجم ، بشرط وجود نفايات ذات نشاط بيولوجى .

عاشراً : نفايات المذيبات

إن جميع المذيبات - التى تتطاير على درجة حرارة ٤. أو أقل - لاتدفن فى الأراضى ولكن يمكن دفن المذيبات التى لاتشتعل بسهولة ، والموجودة مع نفايات أخرى بتركيزات بسيطة .

حادى عشر : النفايات المحتوية على القار الحامضى

ينتج القار الحامضى - عادة - من ثلاثة أنواع من المصانع ؛ هى : مصانع المعادن ، ومصانع تكرير البترول ، ومعامل تنقية البترول .

وهذه النفايات تحتوى - عادة - علىٰ خليط من مواد سميكة القوام عضوية ، بها حامض كبريتيك بتركيزات عالية . وعادة .. فإن هذه النفايات لايتم تحطيمها فى المدافن ، وعادة ما تلوث الطبقة السطحية من المدافن بعد فترة . وينتج عن ذلك مشاكل بيئية كبيرة . وعادة .. تعتبر هذه المواد غير قابلة للدفن .

ثانى عشر : النفايات المحتوية علي سيانيد

عادة ما يتواجد السيانيد فى النفايات على عدة صور ، أبسطها السيانيد ، والسيانيد المعقد ، والسيانات ، والثيوسيانات . وفى جميع الحالات يتم إنتاج سيانيد حُرّ .

وعموما .. لايسمح بدفن نفايات تحتوى على سيانيد إلا فى حدود ضيقة جدا ، ويجب ألا تزيد درجة الحموضة - فى حالة الدفن - على خمس درجات ؛ حتى لا ينتج سيانيد الهيدروجين .

وعموما .. لايسمح بدفن نفايات تحتوي على أكثر من جرام واحد من السيانيد الحر فى كل طن نفايات .

ثالث عشر : النفايات الناتجة من دبغ الجلود

يجب ألا تزيد كميات نفايات دبغ الجلود للنفايات الأخرى علي ١ : ١٥. ويفضل عادة إضافة الماء إلى النفايات قبل عملية الدفن . ويجب ألا تزيد نسبة الكروم فى المواد الصلبة على ٣٫٥٪ . وعموما .. يعتبر الكروم من أهم الملوثات التى تتواجد فى راشح هذه النفايات ، برغم أن الكروميوم يتم ترشيحة من النفايات ببطء شديد جداً .

التخلص من راشح دفن النفايات .

أولاً : طرق التجميع

يراعى فى تصميم تجميع الراشح من المدافن السابقة .. أن يبقى هذا التصميم - طوال بقاء المدفن - عاملا ، وأن يكون التصميم صالحاً لاستخدام أجهزة لسحب هذا الراشح من تحت المدفن ، ولا تتأثر بذلك عملية الدفن ، وأن تراعى عمليات الضغوط الهيدروستاتيكية التى تحدث نتيجة للظروف البيئية من حرارة وضغط ، والتى يتعرض لها السائل . وتعتبر عملية الترسيب وسهولة مرور المحلول وحجم المحلول من العوامل الهامة ،

مع مراعاة عدم سحب مياه من الماء الأرضى الموجود عليه المدفن ؛ حيث يجب أن يبطن بطبقة قوية من مادة تمنع تسرب الراشح وتسرب الماء الأرضى فى الوقت نفسه .

ثانيا : معالجة الراشح

عادة مايتم تجميع الراشح الذى يختلف في مواصفاته الكيماوية والطبيعية والبيولوجية من مكان إلى مكان - حسب نوع النفايات المدفونة- وتعدّ المواد الخطرة المتسربة مع الراشح من أهم العوامل التى تتحكم فى مدى خطورة مادة الرشح . ويبين الجدول رقم (٤) مايحويه الراشح الناتج من نفايات حديثة ونفايات قديمة .

وعموما .. يحتوى الراشح على كميات كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة، التى تختلف فى أعدادهاونشاطها علي حسب نوع المواد السامة وضررها لهذه الكائنات الحية الدقيقة ، والتى غالبا ما تكون سامة لكثير من هذه الكائنات . وتعتبر الكائنات الحية الدقيقة من أهم العوامل التى تؤدى إلى عملية هدم وأكسدة المواد العضوية السامة ، سواء عن طريق التحليل اللاهوائى أم عن طريق التحليل الهوائى .

وعادة .. تترك الظروف البيئية المناسبة - خاصة الظروف الهوائية للراشح المجمع - لتقوم الكائنات الحية الدقيقة بنشاطها ؛ كى تؤدى دورها الهام فى تحطيم المواد الخطرة الموجودة فى الراشح .

جدول (٤) : التحليل الكيماوى للراشح الناتج من نفايات منزلية حديثة وقديمة .

المادة	راشح نفايات حديثة	راشح نفايات قديمة
درجة الحموضة	٦ر٢	٧ر٥
الاحتياج إلى الأكسجين الكيماوى COD	٢٣٨٠٠	١١٦٠
الاحتياج إلى الأكسجين الحيوى BOD	١١٩٠٠	٢٦٠
محتوى الكربون العضوى الكلى TOC	٨٠٠٠	٤٦٥
أحماض دهنية	٥٦٨٨	٥
أمونيا	٧٩٠	٣٧٠
أكاسيد نتروجينية	٣	١
فوسفات	٧٣ر	١ر٤
كلوريدات	١٣١٥	٢٠٨٠
صوديوم	٩٦٠	١٣٠٠
مغنسيوم	٢٥٢	١٨٥
بوتاسيوم	٧٨٠	٥٩٠
كالسيوم	١٨٢٠	٢٥٠
منجنيز	٢٧	٢ر١
حديد	٥٤٠	٢٣
نيكل	٦ر	١ر
نحاس	١٢ر	٣ر
زنك	٢١ر٥	٤ر
رصاص	٨ر٤	١٤ر

وهذه المواد الخطرة عادة ماتكون فى إحدى الصور الآتية :

أ - المعادن : فإذا كانت المعادن تقف عائقا فى عملية التحلل والهدم.. فإنه يمكن إضافة الجير ؛ لترسيب هذه المعادن على صورة هيدروكسيدات .

ب - مركبات الكربون : فإن احتواء الراشح على نسبة عالية من المواد العضوية المحللة .. يمكن إزالتها بتشجيع نمو الكائنات الحية الدقيقة ، كما يمكن هدم التركيزات البسيطة من المذيبات الكلورينية ؛ عن طريق التحلل الهوائى بالكائنات الحية الدقيقة .

جـ - الأمونيا : عادة مايحتوى الراشح على تركيزات عالية من الأمونيا، يصل إلى ٥٠٠ر٢ ملليجرام / لتر . وهذا التركيز غالبا مايؤثر على الكائنات التى تعمل فى ظروف هوائية أو فى ظروف لاهوائية .

د - الكلوريدات : تؤثر هذه المركبات - بشدة - على مدى تحلل الراشح المحتوى عليها ، خصوصا إذا زاد تركيزها على ٠٠٠ر٢٠ ملليجرام / لتر ؛ فإن التحلل الهوائى يتأثر ، بينما يتأثر التحلل اللاهوائى عند تركيز ٠٠٠ر١٠ ملليجرام / لتر .

هـ - الكبريتيدات : عادة ماتسير العمليات الحيوية اللاهوائية إذا زاد تركيز هذه المركبات فى الراشح على ٢٠٠ ملليجرام / لتر فى صورة كبريتيدات ذائبة ، ويحدث نشاط بسيط إذا كان التركيز أكثر من ٤٠٠ ملليجرام / لتر . أما نشاط العمليات الحيوية .. فيمكن أن يتم حتى على تركيز يزيد على ١٠٠٠ ملليجرام / لتر .

وتعتمد عملية معالجة هذا الراشح علي تجميعه فى بحيرات أو مستنقعات أو حفر مبطنة بمواد مانعة لتسرب الراشح ، على أن تتم تهوية الراشح فى هذه الأماكن ؛ مستغلين جميع الوسائل الطبيعية والكيماوية ؛

لمحاولة الإسراع فى عملية إزالة المواد السامة من الراشح ؛ مثل إضافة بعض المركبات لترسيب المواد الضارة ، أو إضافة كميات هائلة من الهواء ، أو تعديل درجة الحموضة ، أو تشجيع عمليات الأكسدة والاختزال .

كما أن التقدم الصناعى فى هذا المجال يتيح استخدام عمليات التبادل الأنيوونى ، أو في عملية الاستخلاص بالمذيبات ، أو بطرق حديثة لادمصاص الكربون .

وتتم معظم عمليات التخلص من المواد الضارة فى الراشح عن طريق زيادة كميات الأكسجين اللازمة لنشاط العمليات الحيوية ؛ بتوفير احتياجات الكائنات من الأكسجين Chemical oxygen demand COD لتوفير الظروف الهوائية اللازمة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة . وقد تضاف بعض المركبات الفوسفورية أو النتروجينية ؛ بقصد توفير ذلك للكائنات الحية الدقيقة ؛ لتشجيعها على النمو والنشاط . ويمكن أن تزود هذه الأماكن التى يحفظ فيها الراشح بتيار مستمر من فقاقيع الهواء ؛ لتشجيع الكائنات الحية الدقيقة .

وتفضل بعض المؤسسات استخدام التحلل الهوائى معه ؛ وذلك لعدة مزايا ؛ أهمها عدم ضرورة توفير مصدر دائم من الهواء ؛ وبالتالي عدم الحاجة إلى مولدات هواء ، وكذلك لإمكانية إنتاج الميثان . ولكن يعيب هذه الطريقة كثرة وجود كمية الأمونيا ، التى ليس من السهل التخلص منها.

وفى هذه الطريقة - أيضا - تقوم الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية بتحويل المعقدات العضوية إلى أحماض كربوكسيلية ، والتى عادة ماتتحول

إلى ميثان وثانى أكسيد كربون .

وتحتاج هذه الطريقة اللاهوائية إلى ضرورة إيجاد وسيلة لفصل النشادر من الراشح .

هذا .. ويمكن معاملة الراشح ببعض المواد المرسبة أو المؤكسدة أو المختزلة ، أو ببعض المذيبات العضوية ؛ حيث يضاف - على سبيل المثال - الجير ، وكلوريد الحديدوز . كما يمكن استخدام التبادل الأيونى ، خاصة لإزالة الألوان ، والعناصر المعدنية الثقيلة ، والمواد الصلبة ، برغم أن عملية التبادل الأيونى تعتبر مكلفة من الناحية الاقتصادية .

هذا .. ويمكن استخدام المواد المؤكسدة ؛ مثل الهيدروجين بيروكسيد ، والأوزون ، وهيبيكلوريد الكالسيوم ، وبرمنجنات البوتاسيوم .

هذا .. ويمكن التخلص من التركيزات الكبيرة من الأمونيا التى تتولد من المعالجة اللاهوائية ؛ عن طريق عدة وسائل ؛ وذلك برفع درجة التركيز الأيونى ؛ ليكون ٥ر١٠ - ٥ر١١ ؛ حيث يتم إمرار تيار من الهواء ، يسمح بخروج الأمونيا ، أو تخرج الأمونيا طبيعيا من سطح المستنقعات ، التى تتم فيها عملية معالجة الراشح .

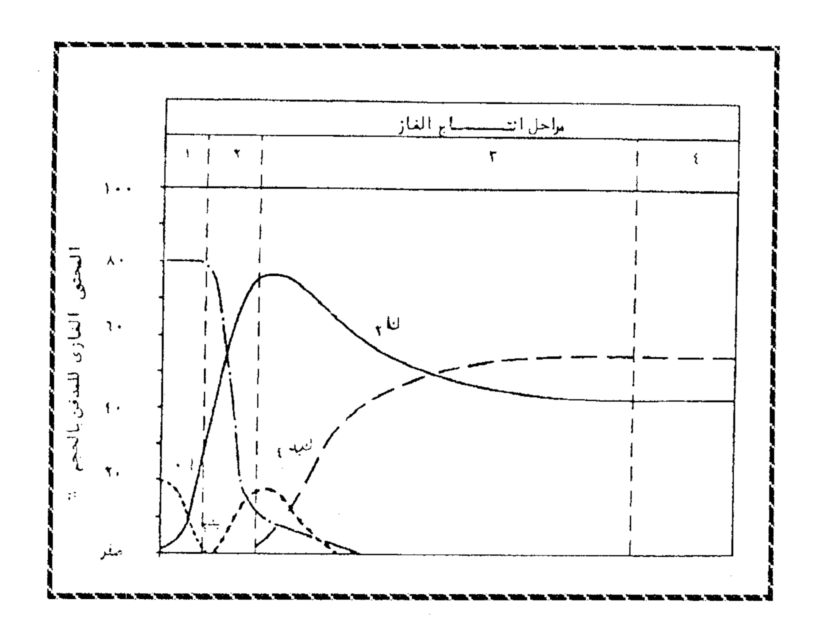
هذا .. ويمكن التخلص من الراشح ، إما برش الراشح على الأرض لتبخيره ؛ حيث تحتاج هذه العملية إلى مساحات كبيرة من الأراضى ، يتم استخدامها لرش كميات الراشح المتولدة ، أو استخدام الراشح بعد خلطه ببعض المياه الصالحة للرى عند ريّ الحقول . ويحذر كثير من العلماء من زيادة تركيز كثير من المواد الضارة فى الأراضى الزراعية أو الأراضى التى

تستخدم كمكان لرش هذه السوائل المترشحة من المدافن .

معاملة الغازات الناتجة من المدافن

فى أثناء عمليات الدفن ، ونتيجة للعمليات الحيوية التى تحدث فى المدفن - سواء العمليات الحيوية الهوائية أم اللاهوائية - تخرج كميات هائلة من الغازات شكل (١٠) ، يتم تجميعها - عادة - من خلال مجموعة من الأنابيب المثقبة ، التى تنتشر فى جميع جوانب المدفن ، وكذا فى القاع . وهذه الغازات قابلة للاستعمال - غالبا - وقابلة للانفجار إذا تراكمت . وتتحكم في كمية الغازات المتكونة عوامل كثيرة ؛ أهمها : كمية الرطوبة ، ومدي نشاط الكائنات الحية الدقيقة . وعادة .. تكون عمليات التحلل اللاهوائى نشطة ، إذا احتوت النفايات - على الأقل - على ٤٠٪ رطوبة. وعادة .. لاينتج الميثان إلا فى رطوبة عالية ، وعند درجة حموضة تتراوح من ٦ر٤ - ٤ر٧، وعند درجة حرارة تتراوح من ٢٩ - ٣٧°م .

وعادة ماتتم عملية تحلل النفايات العضوية حيويا أو كيماويا حيويا خلال عدة سنين ؛ حيث تتكون عديد من الغازات . ويوضح الشكل رقم (١٠) الغازات الناتجة من أحد المدافن بمرور الوقت ؛ حيث يسود ثانى أكسيد الكربون فى المرحلتين الثانية والثالثة ، بينما يسود الميثان فى المرحلتين الثالثة والرابعة (عدة سنوات) ، بينما يزداد تركيز الهيدروجين الذى قد يصل إلى ٢٠٪ من حجم الغازات فى الأشهر الأولى من الدفن .



شكل (١٠) : انتاج الغازات من المدافن الأرضية .

المشاكل البيئية الناتجة من الغازات

١ - الحرائق والانفجارات التى قد تؤثر علي المبانى المجاورة .
٢ - حالات الاختناق التى تصيب الناس المتواجدين فى مثل هذه الأماكن .
٣ - قد يؤدى تسرب الغازات من المدفن وكذا ارتفاع درجة الحرارة إلى حدوث حرائق ذاتية فى النفايات المدفونة .
٤ - التأثير السئ لهذه الغازات على الزراعات المجاورة .
٥ - التأثير الصحى السيء لهذه الغازات على تنفس الإنسان والحيوان والنبات .
٦ - الروائح الكريهة التى تنتشر فى المنطقة إلى مسافات بعيدة .

التخلص من النفايات بعمليات الحرق

يقصد بعملية الحرق "Incineration" تعريض النفايات إلى درجة حرارة عالية حتى تتحول إلى مواد عديمة الضرر . وتستخدم هذه الطريقة بالذات فى النفايات التى يصعب إعادة استخدامها ، أو الاستفادة من بعض مكوناتها، أو التى لا يسهل دفنها .

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام الحرارة العالية وعملية الأكسدة الحرارية فى تحول النفايات إلى مواد عديمة الضرر ، وذلك فى وجود الأكسجين الموجود فى الهواء . ويتم تخفيف الغازات الناتجة عن طريق خلطها بهواء الجو ، دون أية معاملات لتنظيف هذه الغازات ، وما تحويه من مواد صلبة .

وعادة .. يتم حرق النفايات فى الحالات التالية :

١ - إذا شكلت تحولات النفايات بيولوجيا خطورة على البيئة .

٢ - إذا كان من الصعب تحللها بالكائنات الحية الدقيقة ، وتبقى لمدة طويلة فى البيئة .

٣ - إذا كانت سهلة التبخر - وهى كذلك - ؛ وبالتالى يسهل التخلص منها فى الهواء .

٤ - إذا كانت قابلة للاشتعال عند درجة حرارة أقل من ٤٠°م .

٥ - إذا كان من الصعب دفنها في المدافن الأرضية .

٦ - إذا كانت تحتوى علي مركبات طبيعية (رصاص - زئبق - كادميوم - زنك - نتروجين - فوسفور - كبريت) .

وتقف عوائق كثيرة أمام استخدام مثل هذه الطريقة نظرا لارتفاع تكاليف استخدامها ، وقلة الكمية التى يمكن التخلص منها ؛ فكفاءتها - عادة - لاتزيد على . . .ر١٠ طن فى السنة .

وعادة .. يتم حرق النفايات التى تحتوى على مواد عضوية - أى التى يدخل فى تركيبها الهيدروجين والكربون والأكسجين - وتشمل هذه النفايات ما يأتى :

١ - نفايات المذيبات .

٢ - نفايات الزيوت ، ومستحلبات الزيوت ومخاليطها .

٣ - البلاستيك والمطاط واللدائن .

٤ - قمامة المستشفيات .

٥ - المبيدات .
٦ - مخلفات الأدوية والصيدليات .
٧ - نواتج عمليات تكرير البترول والقار الحمضى .
٨ - الفينولات .
٩ - المواد الشمعية والدهنية .
١٠ - المواد العضوية المحتوية على هالوجينات وكبريت وفوسفور ونيتروجين .
١١ - المواد الصلبة المخلوطة بإحدى المواد السابقة ، أو بالـ PCBs .
١٢ - الماء المحتوى على مواد خطرة كيماوية .

هذا .. ويمكن حرق المواد التى تحتوى على تركيز منخفض من المواد المشعة ؛ مثل تلوث الملابس ، والسوائل ، ونفايات المستشفيات بتركيزات منخفضة من المواد المشعة ، أو المواد المعلمة بالنظائر المشعة .

وعادة مايتم حرق المواد العضوية التى تحتوى على الكربون والهيدروجين والأكسجين والهالوجينات والنتروجين والفوسفور والكبريت وبعض المعادن . وينتج عن الحرق مجموعة من الغازات ؛ أهمها أول أكسيد الكربون ، وثانى أكسيد الكربون ، وبخار الماء ، وأحماض هالوجينية ، وأكاسيد كبريت ، وأكاسيد نتروجين ، وأكاسيد فوسفور ، وأبخرة من أكاسيد معادن ، وبعض المركبات العضوية الثانوية ، وفى النهاية .. تتواجد كمية من الرماد ، الذى يحتوى على أكاسيد كثير من المعادن التى يمكن دفنها بسهولة فى مدافن النفايات . وقد ينتج عن حرق المواد الخاصة - مثل PCBs - على درجة حرارة ٩٠٠ °م خروج بعض المركبات - مثل الداى أوكسينات المكلورة ، والداى بنزوفوران - التى تعتبر سامة جدا ؛ لذلك .. يجب استخدام محارق

خاصة لحرق هذه النفايات الخطرة .

وعند إجراء عملية الحرق .. يجب مراعاة مايلى :

أ - درجة الحرارة : فكلما زادت الحرارة .. زاد حرق المواد المراد حرقها، وقلت كمية الرماد .

ب - الوقت : فكلما زاد الوقت وزادت درجة الحرارة .. أمكن التخلص تماما من النفايات .

جـ - النسبة بين إعادة المحروق . وكمية الهواء .

د - مدى إمكانية توفير الأكسجين لعملية الحرق ؛ حيث فتزداد عملية الحرق بزيادة كمية الأكسجين .

هذا .. وعادة ماتستعمل درجة حرارة ٩٠٠ - ١١٠٠°م لحرق المركبات العضوية . بينما نستعمل درجة حرارة ١٢٠٠°م لحرق مواد خاصة ؛ مثل PCBs ، وكثير من الهالوجينات .

وهناك كثير من الأجهزة فى المصانع يمكن أن تكون بمثابة محارق للنفايات ، نذكر منها - على سبيل المثال لا الحصر - أفران الكلينكر ، التى تستخدمها مصانع الأسمنت فى حرق المواد المستخدمة فى الأسمنت ؛ حيث ترتفع درجة حرارة هذه الأفران إلى ١٤٥٠ درجة مئوية ، وسط تيار شديد من الهواء . ويمكن استخدام هذه الأفران لحرق النفايات الخطرة . كما توجد أفران مشابهة ؛ مثل أفران الجير . ونورد - فى الجدول (٥) الأفران التى يتم استخدامها فى كثير من المصانع ودرجات الحرارة المستعملة جدول

جدول (٥) : درجات الحرارة المستخدمة فى حرق النفايات

المصنع	طريقة الحريق	مدى درجة الحرارة المستعملة
الغلايات	باستعمال أنبوبة حريق زيت + غاز	١ر٠٠٠ - ٠٠ ٤م°
	أنبوبة ماء زيت + غاز	٩٠٠ - ١٣٠٠
	فحم	١٠٠٠ - ١٣٠٠
الأسمنت	كلنكر الأسمنت	١٤٠٠ - ٢٠٠٠
الجير	كلنكر دائرى	٧٠٠ - ١٨٠٠
الحديد والصلب	أفران صهر بالهواء الساخن المضغوط	١٠٠ - ١٩٠٠
مصانع النحاس	موقد سائل	٥٠٠ - ٧٠٠
صهر الرصاص	أفران صهر بالهواء الساخن المضغوط	٧٠٠ - ١٢٠٠
مصانع الطوب	كلنكر	٩٠٠ - ١٤٠٠

ويمكن استخدام جميع الوسائل السابقة كأفران لحرق النفايات . ونوضح- فى الجدول رقم (٦) - النفايات التى يمكن حرقها فى عديد من الأفران المختلفة .

ويوضح الشكل رقم (١١) فرن الأسمنت المعدل لحرق نفايات البترول .

ويوضح الشكل رقم (١٢) تركيب فرن بالهواء المضغوط (الفرن اللافح).

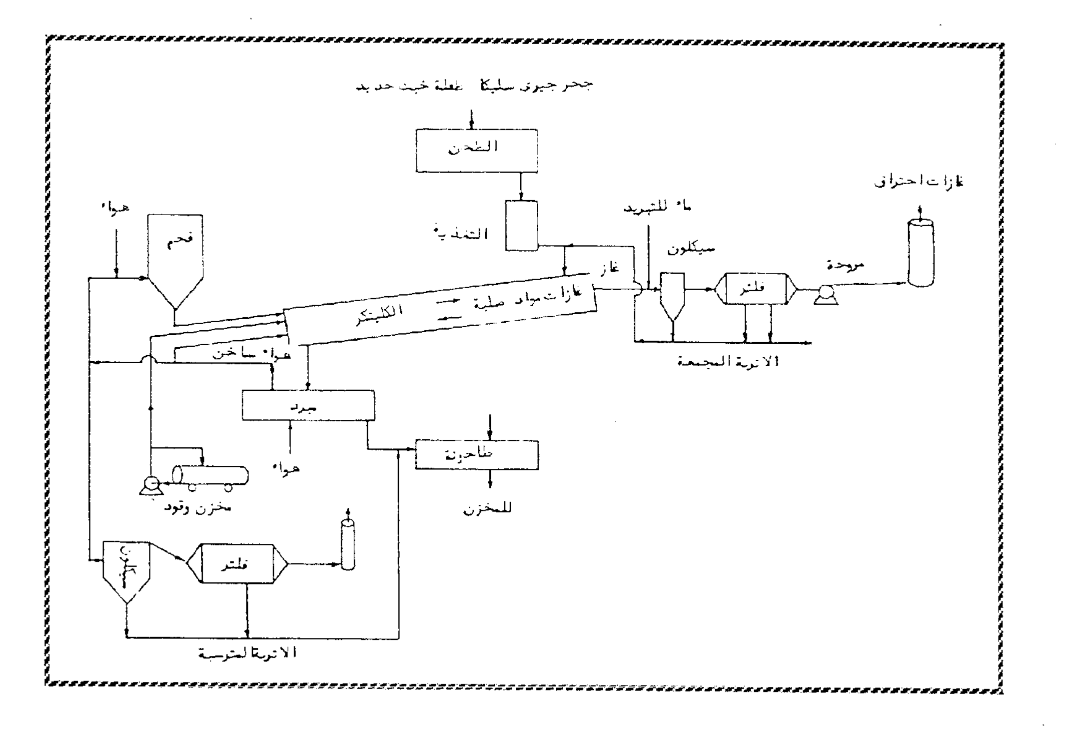
جدول (٦) : أنواع النفايات التى تحرق فى أنواع مختلفة من الأفران .

النفاية الصلبة	كلينكر مصانع الأسمنت	محارق الروبات	الكلنكر الدائرى	المحارق متعددة الحجرات	محارق السوائل
القـــار	✓	✓	✓	✓	—
مواد عضوية لا رماد	—	✓	✓	✓	—
غـازات عضـويـة	—	✓	✓	✓	—
محاليل مائية مع مواد عضوية	✓	✓	✓	✓	✓
مركبات عضوية كلورية	✓	✓	✓	✓	✓
روبات عضوية مائية	✓	✓	✓	✓	✓

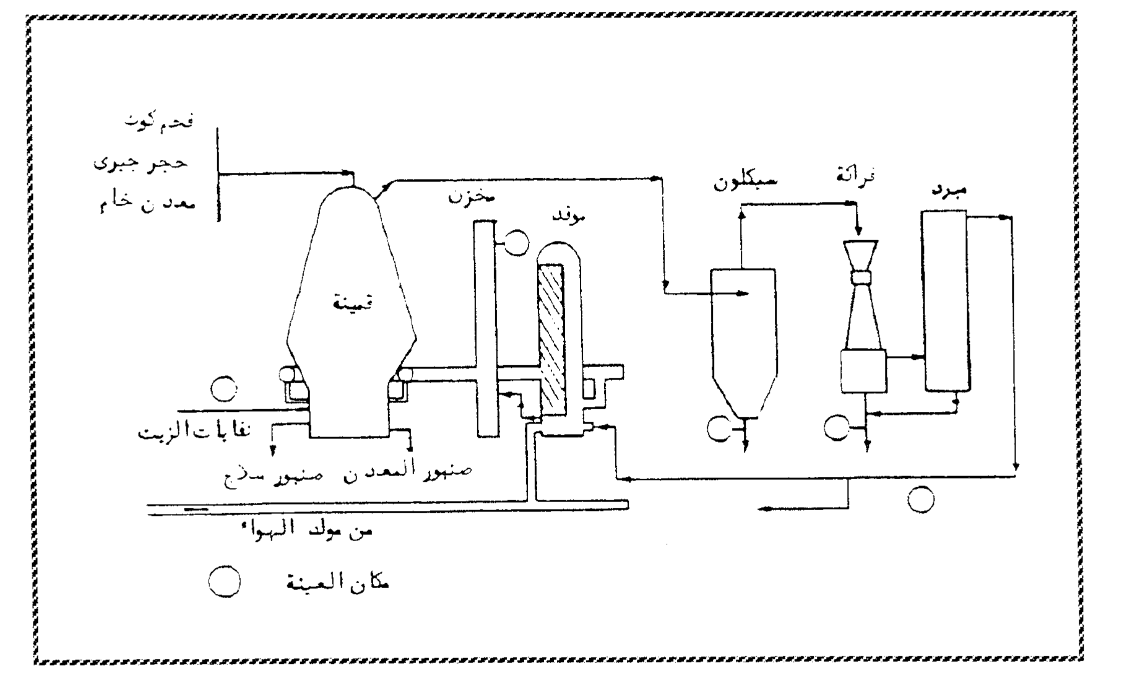
ويوضح الشكل رقم (١٣) أفران المواقد المتعددة لحرق الروبات التى تحتوى على مخلفات عضوية .

ويوضح الشكل رقم (١٤) نموذج لمحارق النفايات الصغيرة .

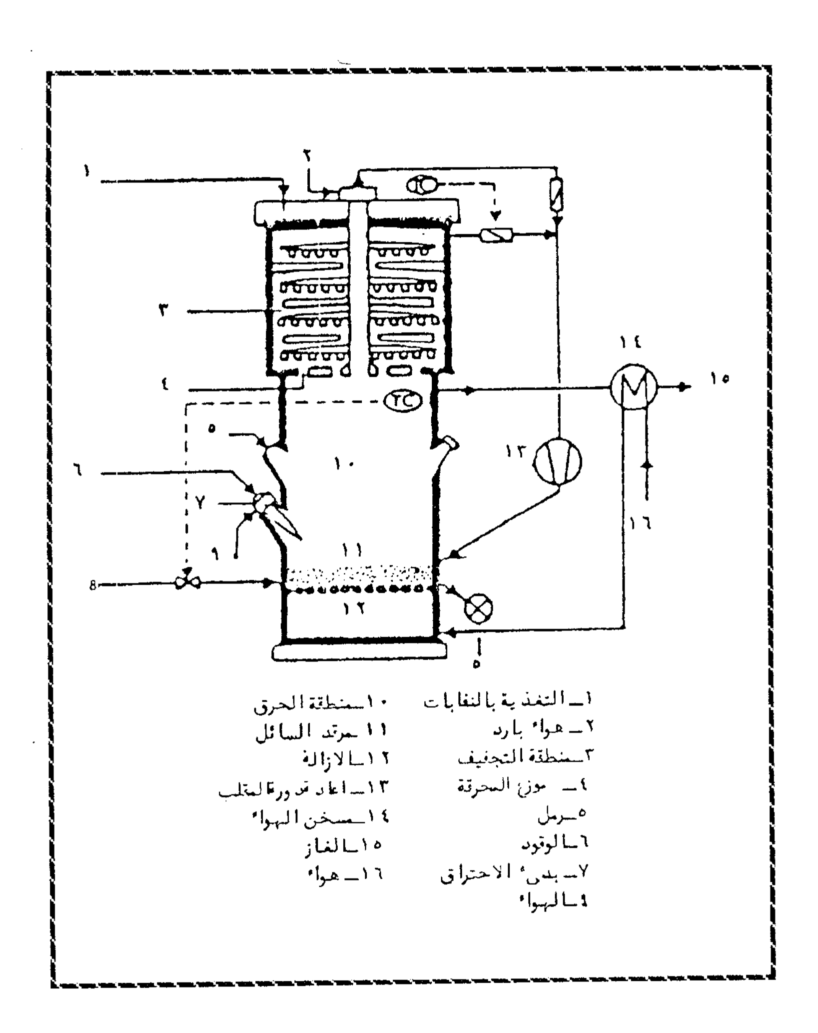
ويوضح الشكل رقم (١٥) الكلينكر الدائرى الذى يستخدم مماثل له فى مصانع الأسمنت .



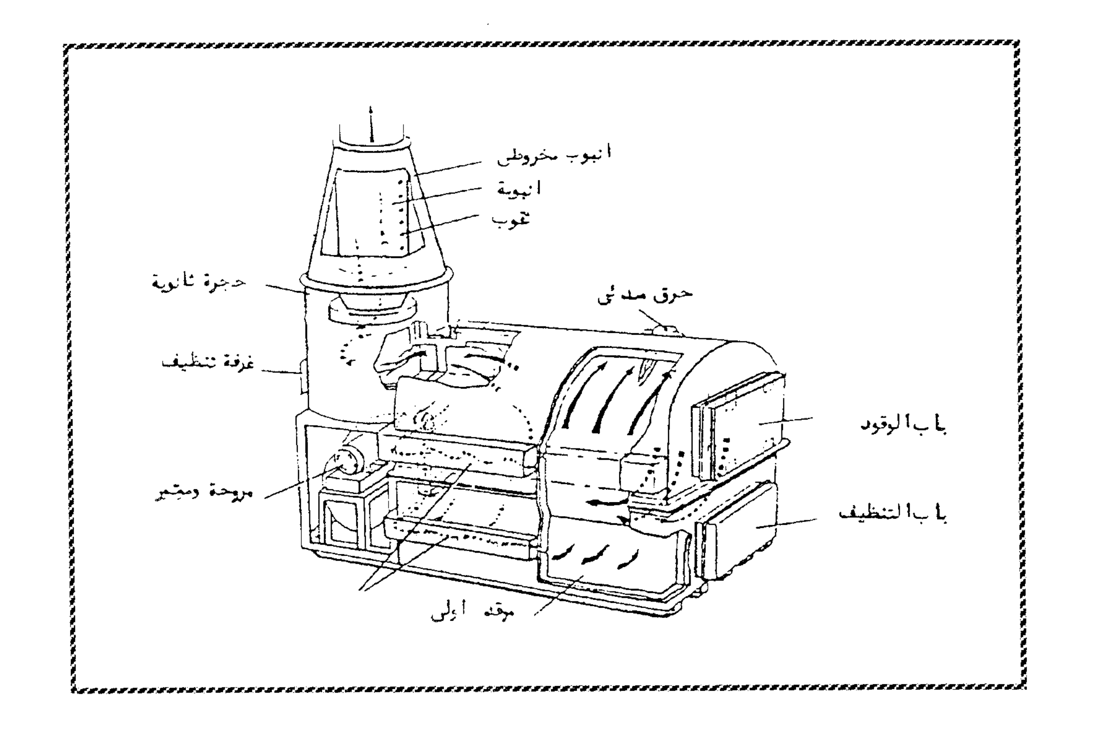
شكل (١١) : فرن الأسمنت المعدل لحرق نفايات البترول .



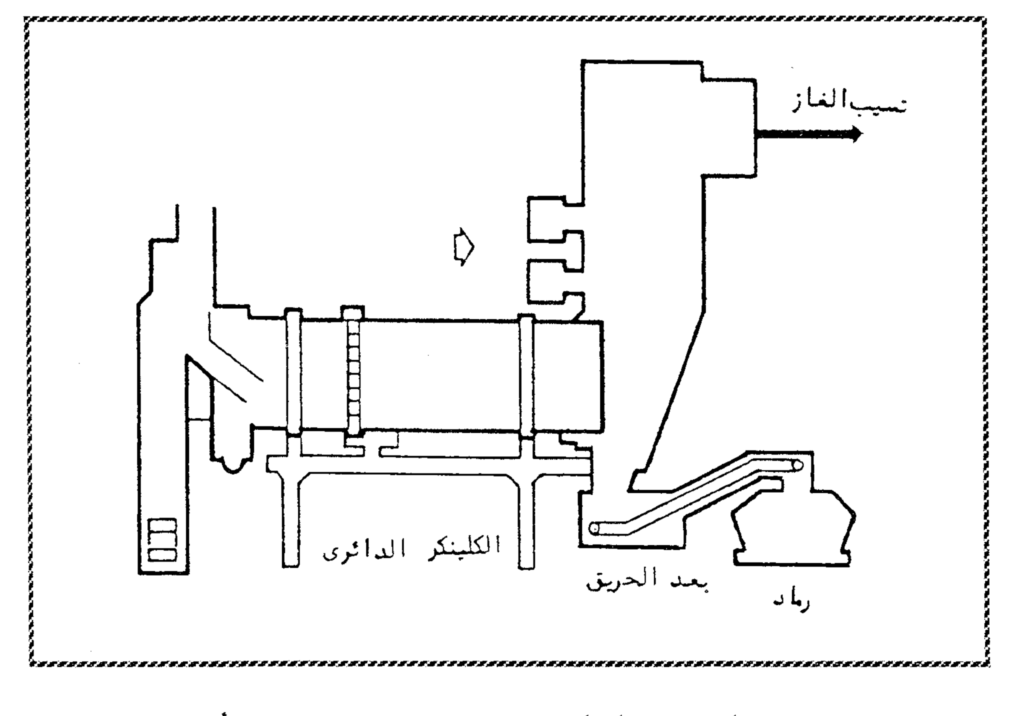
شكل (١٢) : تركيب فرن الحرق بالهواء المضغوط (الفرن اللافح) .



شكل (١٣) : أفران المواقد المتعددة لحرق الروبات
التي تحتوي على مخلفات عضوية



شكل (١٤) : نموذج لمحارق النفايات الصغيرة .



شكل (١٥) : الكلينكر الدائري الذي يستخدم مماثل له في مصانع الأسمنت .

الفصل الخامس

الدفن فى المحيطات والبحار

الدفن فى المحيطات والبحار ماهو إلا عملية تخفيف للملوثات وتوزيعها على كميات أكبر لتقليل أثرها كملوثات على مكان محدد . وعادة .. تتم عملية توزيع الملوث ؛ حيث تقوم كثير من الكائنات النباتية أو الحيوانية ؛ بهدم الملوث أو تحليله ، أو تحدث تفاعلات كيماوية بيئية وبين البيئة المائية التى يوجد بها الملوث .

ويجب مراعاة أن هناك كثيرا من المواد التى تدفن فى المحيطات تعتبر شديدة السمية وشديدة البقاء ويبقى تأثيرها السام لمدة طويلة ؛ مما يؤدى إلى تراكمها عاماً بعد عام ، حتى تصل إلى درجة عالية من السمية .

وعادة .. يتم الدفن فى المحيطات والبحار لأسباب اقتصادية أو لأسباب تكنولوجية ؛ حيث تتعذر معالجة هذه المواد على الأرض .

وعادة .. تصل إلى البحار والمحيطات النفايات التالية :

١ - نفايات الأراضى : وتصل - عادة - إلى البحار والمحيطات ؛ فى صورة مجارٍ ، أو مياه أرضية سطحية ملوثة ، أو مياه أنهار تصب فى البحار أو المحيطات .

٢ - نفايات بواخر سفن : تنتج - فى المقام الأول - من غسل (التنكات) التى كانت محملة بالبترول أو أية مواد كيماوية ، أو نتيجة ملء (التنكات) بمياه البحار أو المحيطات ؛ لتحقيق عملية اتزان السفينة ، ثم إعادة إفراغها بعد تلويثها ، أو ملوثات ناتجة من موتورات البواخر ونفايات الركاب .

٣ - نفايات ناتجة من عملية الدفن المباشرة لنفايات المصانع والبواخر فى البحار .

٤ - نفايات ناتجة من التلوث الحادث بسبب أنشطة خاصة ؛ مثل وجود مفرقعات وانفجارات .

٥ - تلوث يحدث بسبب تلوث الجو ؛ حيث تتلوث مياه البحار والمحيطات ؛ نتيجة احتكاك الأمواج بالهواء الجوى ، أو نتيجة سقوط كميات كبيرة من الأمطار ، تغسل الهواء الجوى ؛ لتجد طريقها إلى الماء .

وعالميا .. تعتبر المحيطات موارد عالمية ؛ فهى مصدر هام للطعام ، وهى المسؤولة عن عملية التوازن بين ثانى أكسيد الكربون والأكسجين في الجو ، وهى المسئولة عن جزء كبير من مياه الأمطار التى تروى الأراضى .

وقد يؤثر استخدام المحيطات - كمدافن للنفايات - تأثيراً ضارا على كل ما سبق ، كما أنه يحدث أضراراً بيئية خطيرة ؛ ولذلك وجب التعاون

الدولى العالمى ؛ من أجل وقف استعمال المحيطات كمدافن للنفايات الخطرة. ويجب وضع ضوابط لإلقاء هذه المخلفات فى البحار والمحيطات .

ولقد اهتمت الأمم المتحدة بعمل اتفاقيات دولية لحماية المحيط الأطلنطى فى عام ١٩٧٤ ، وحماية المحيطات فى العالم عام ١٩٧٥ ، وحماية البحر الأبيض المتوسط عام ١٩٧٨ ، وبحر البلطيك عام ١٩٨٠ ، وغيرها من الاتفاقيات .

وأهم الاتفاقيات الدولية اتفاق لندن ، برغم أنه اتفاق عالمى لمنع تلوث المياه ، بدفن النفايات الصلبة والمواد الأخرى . وقد وافقت عليه ٦١ دولة .

إن اتفاقية چينيف عام ١٩٥٨ للبحار العليا تمنع تلوث البحار ، سواء تلوث المياه ، أم تلوث قاع هذه البحار وجوانبها .

وهناك اتفاقية مونتريال التى عقدتها الأمم المتحدة عام ١٩٨٥ ، والخاصة بحماية البيئة البحرية من التلوث من مصادر أرضية .

ولقد نصت الاتفاقيات الدولية – خصوصا اتفاقية لندن – على منع إلقاء أية نفايات ضارة بالبيئة البحرية ، سواء من الناحية الطبيعية ، أم الكيماوية، أم الحيوية .

ولقد حرمت الاتفاقيات ما يطلق عليه القائمة السوداء Black list ؛ نظرا لسميتها ، ولبقائها الطويل ، وتراكمها الحيوى . وتضم القائمة السوداء النفايات الشديدة الخطورة ، وتشمل هذه المواد :

١ – المركبات الكلورينيتيد هيدروكاربون .

٢ - الزئبق ومركبات الزئبق .

٣ - الكادميوم ومركبات الكادميوم .

٤ - أنواع البلاستيك التى تبقى لمدة طويلة ، خاصة الشباك والحبال التى تطفو أو تعمل معلقات .

٥ - الزيت الخام ومخلفاته ، وزيوت البترول المكررة والمقطرة ، وأى خليط من هذه المركبات .

٦ - النفايات المحتوية على مستوى عالٍ من المواد المشعة ، حتى الواردة من نفايات المستشفيات ، أو أية مصادر أخرى .

٧ - أية مواد - سواء صلبة أم سائلة أم نصف سائلة ، ينتج منها غازات تضر بالكائنات الحية النباتية والحيوانية ، أو لها تأثير على الصحة العامة .

هذا .. ولم تنص هذه الاتفاقية على منع إلقاء مخلفات مجارٍ أو مصنع أو نواتج حرق المحارق .

كما نصت الاتفاقية على أنه يمكن دفن النفايات فى القائمة الرمادى Grey list ، ولكن تحت موافقة خاصة ، عندما يتم التأكد من أن هذه المواد لن يكون لها تأثيرات ضارة على البيئة البحرية .

وتضم هذه القائمة مايلى :

١ - المواد التى تحتوى على بقايا من الزرنيخ - الرصاص - النحاس- الزنك ، مركبات السيليكون العضوية - السيانيد - الكلوريدات - المبيدات ونواتج هدمها .

٢ - يمكن إلقاء كميات كبيرة من الأحماض والقلويات ، مع الأخذ- في الحسبان - وجود المركبات السابقة ، وأيضا .. وجود بقايا بيرليم وكروم ونيكل وفانديم ومركباتها .

٣ - تنزل أوعية من القطع المعدنية ، وكذلك كميات كبيرة ككتل إلى القاع ، وقد تسبب أضراراً خطيرة للأحياء المائية ، خاصة الأسماك .

هذا .. ويمكن - بموافقات خاصة - إلقاء نواتج حرق المخلفات ، كما أن المواد غير السامة إذا دفنت بكميات قليلة قد تكون ضارة .

كما لا يجب دفن أية مواد سامة - خاصة المبيدات ، ونواتج هدمها والرصاص ومركباته - إذا زاد تركيزها على ٥ .ر٪ من الوزن .

أما القائمة البيضاء White list .. فهى المسموح بإلقائها فى البحار والمحيطات ، وهى المواد التى تخرج عما جاء فى القائمة السوداء ، والقائمة الرمادى .

ويجب مراعاة مدى بقاء النفايات ؛ حيث يجب ألا تبقى هذه النفايات فى المياه مدة طويلة ، تؤدى إلى آثار حادة أو مزمنة ، أو تتراكم حيوياً - فى الكائنات البحرية الحساسة .

وعادة ما يتم الدفن فى المحيطات . أما فى المياه الضحلة أو فى المياه العميقة .. فيفضل كثير من العلماء الدفن فى المياه العميقة ، غير أن معظم الدفن يتم فى البحار الضحلة .

وتدل الإحصائيات على أن بلجيكا والدنمارك وألمانيا الغربية وإيرلندا

وهولندا وإنجلترا قد دفنت ١٫٠٧١٫٨٨٢ طناً من النفايات السائلة والروبات فى المحيطات ، بينما دفنت إنجلترا فى المياه العميقة كميات من المواد الصلبة تعادل ٩٩ الف طناً ، ودفنت بلجيكا وألمانيا وإسبانيا ٢٫٠٧١٫٠٣ طناً من نفايات المصانع ، ودفنت فرنسا ٢٫٨٥٤٫٧٣٣ طناً من نفايات الجبس الفسفورى، ودفنت إنجلترا ٢٫٠٤٨٫٥٠٠ طن من الرماد وذلك عام ١٩٨١.

ويبين الجدول رقم (٧) كميات النفايات التى دفنت فى المحيطات عام ١٩٨١ .

جدول (٧) : كميات النفايات التى دفنت فى المحيطات عن طريق الدول المختلفة (الكمية ، الطن) .

الدولة	كمية المواد المدفونة	زئبق	كادميوم	مركبات كلورية	نحاس	كروم	نيكل	رصاص	زنك	مواد أخرى
بلچيكا	٦٧٠ر٧٤٩	٠٠٨ر	٠٥٥ر	–	٠٤١ر	١٦٤	–	١ر٣٦	–	١٩ر٨١٢
الدنمارك	٥ر٣٢٠	–	–	–	–	–	–	–	–	–
فرنسا	٢ر٨٥٤ر٧٣٣	٢٢٥ر	٣ر٠٨٦٧	–	٣ر٥٤٩	٨ر٦٤١	٣ر٢٤٠	٥ر٨٦٣	١٣ر٨٨٧	٣٤٧ر٣٩٦
ألمانيا	١ر٧٦٧ر١٣١	١٢٣ر	٠٨٢ر	١ر٦	٣ر٦	٣٠٦ر٩	٩ر٣	٥ر٤	٥٣ر٨	٦٨ر٢٤٣ر٨
هولندا	١٤ر٠٤٣	–	٠٠٢ر	٠٠٧ر	٥٩٢ر	٢٩٦ر	٢٦٠ر	٢٦١ر	٥٦٥ر	٤٢٦
أسبانيا	٥٣٨ر٢٩٠	–	٠٠٤ر	–	١٠١ر	–	–	٢ر١٤٢	٣٠ر٤٣٣	٩١٥ر٦٢٨
انجلترا	٢ر٤٩٥ر٠٥٨	٤ر	٤ر	–	٢٠٣ر٧	٢٣ر-	٧٩ر٣	٢٦١ر١	٤٧٠ر٨	٣٦ر
إجمالى	٨ر٦٨٥ر٢٤٤	٧٥٦ر	٤ر٤	٦ر١٠٧	٢١١ر٨٩٣	٥٠٢ر٥٩٧	٩٢ر١	٢٦٦ر١٢٦	٥٧٥ر٥٦٥	٨٩ر٧٣٥ر٩٧٢

الفصل السادس

تكنولوجيا معالجة النفايات الخطرة

كثير من المعالجات التكنولوجية يمكن إتمامها قبل عملية دفن النفايات. والهدف من ذلك هو تغيير الصفات الطبيعية أو الكيماوية للنفايات الخطرة؛ مثل تقليل الحجم ، وإيقاف سمية المركبات ، وإزالة السمية .

ويعتمد اختبار الطريقة على عدة عوامل ؛ هى كفاءة الطريقة بالنسبة للنفاية ، ووسائل المعاملة المتاحة ، والحدود المأمونة ، والجدوى الاقتصادية. وعموما .. فلا توجد معاملة تؤدى إلى وقاية تامة . وكل وسيلة معالجة لها مستوى معين من المخاطرة .

ولقد تم حصر الطرق التكنولوجية لمعالجة النفايات الخطرة عن طريق ٤٧ وحدة هندسية عام ١٩٧٦ ، واتضح أن هناك عشر طرق للفصل ، وثلاث طرق للمعالجة قبل عملية الإنتاج للمواد الصلبة ، واثنتى عشرة طريقة للمعاملة الكيماوية لإزالة السمية للنفايات الخطرة ، وخمس وعشرين طريقة لفصل مواد خاصة من النفايات . ولقد قسمت طرق معالجة النفايات إلى :

١ - الطرق الطبيعية

إزالة الهواء - تجميد المعلقات - الادمصاص بالكربون - الطرد المركزى- التقطير - التحليل الكهربائى - التبخير - الترشيح - التجميع - التعويم- البلورة بالتجميد - التجفيف بالتجميد - الفصل المغناطيسى - التبادل الأيونى - التبادل الأيونى السائل - الفصل عن طريق التبخير - ادمصاص الريزينات - الضغط الأسموزى العكسى - الترسيب - الفصل عن طريق سائل فى سائل التقطير الدائرى - إزالة البخار - الترشيح الدقيق.

٢ - الطرق الكيماوية

عملية الكلسنة - عملية الكلورة - التحليل الكهربى - التحليل المائى- الشحن بأشعة دقيقة - عملية التعادل - الأكسدة - التحلل الأزونى - التحلل الضوئى - الترسيب - الاختزال .

٣ - الطرق البيولوجية

الروبات المنشطة - تهوية المستنقعات - الهدم بالميكروبات اللاهوائية - التحويل إلى أسمدة عضوية - المعاملة بالإنزيمات - الترشيح بالنزّ - تثبيت النفاية .

٤ - معاملات الكتل الصلبة والقار

وتعالج بعمليات الطحن والبشر - والتذويب

إن عمليات معالجة النفايات تكنولوجيا ليست بالمهام السهلة . ويجب أن تضع - فى الحسبان - عدة أمور ، هى : طبيعة النفاية - صفات النفاية - الطرق البديلة للمعالجة - الناحية الاقتصادية وطريقة التمويل - الاعتبارات البيئية - اعتبارات الطاقة - قطع الغيار المطلوب .

أولا : المعالجات الطبيعية

وتشمل هذه الطرق عمليات الفصل ، وعملية التحويل إلى مواد صلبة ومنها عمليات الفصل بالترسيب فى المستنقعات ، وتجفيف الروبات ، والتخزين فى (تانكات) . وتعتمد طرق الفصل الثلاث على الترسيب بالجاذبية الأرضية ، وفى الوقت نفسه .. عن طريق الترويق أو الصرف أو التطاير . وعادة .. تستعمل المستنقعات والتخزين فى (تانكات) على نطاق واسع حيث يفصل الزيت والماء عن خليط النفايات . ويمكن إضافة بعض المركبات ؛ بهدف كسر المستحلبات المتكونة من الزيوت والماء . ويمكن أيضا - إحراق الزيت الموجود فى أعلى (التانكات) ؛ لتسهيل عملية الفصل والإسراع بها .

عملية التحويل إلى مواد صلبة

تستخدم هذه الطرق بنجاح لتحويل المواد إلى مواد غير ذائبة ، تشبه الصخور فى قوتها . وتستعمل هذه الطرق لمعاملة النفايات قبل الدفن الأرضى ؛ حيث يتم مزج النفايات بعدة مواد ؛ لإنتاج مواد تشبه الأسمنت. فعلي سبيل المثال .. تعتبر ألياف الإسبستوس من أخطر المواد على الصحة العامة ؛ فعلى سبيل المثال .. تخرج من مصانع الإسبستوس فى إنجلترا

. . . . ١طن من نفايات الإسبستوس كل عام . ونظرا لخطورة هذه الألياف على صحة الإنسان .. لذا يقضى القانون بأن يتم التخلص من هذه النفايات فى أوعية مغلقة أو أكياس من البلاستيك المحكمة الإغلاق.

هناك - أيضا - عديد من مصادر النفايات ، المحتوية علي مركبات الزرنيخ الناتجة من عديد من المصانع ؛ أهمها مصانع الزجاج ، ومصانع النحاس ، والزنك ، والقصدير ، والرصاص .

ويعتبر الزرنيخ من المواد الشديدة الخطورة ، التى تسبب سرطاناً للإنسان؛ ولذلك .. يجب معالجة نفاياته بحذر شديد ، وهى تعتبر من أشد طرق المعالجة صعوبة .

معالجة النفايات الموجودة فى صورة روبات

إن معظم نفايات المصانع السائلة موجودة فى مياه ؛ ولذلك تتم معالجة هذه النفايات - أولا - عن طريق إزالة المياه من النفايات ، وذلك بعدة طرق؛ منها الترسيب فى المستنقعات ، والأحواض الجافة ، والترشيح تحت تفريغ ، والترشيح تحت ضغط ، والطرد المركزى .

وعادة مايتم جعل الروبات أشد سمكا بالطرق ، سواء بالطرق البيولوجية، أم بإضافة بعض المواد الكيماوية ؛ مثل الجير .

ثانيا : المعالجة بالطرق الكيماوية

عادة ماتتم المعاملات الكيماوية لتسهيل - أو لتحطيم - النفايات الخطرة ، وتحويلها إلى غازات غير سامة ، أو لتعديل المواصفات الكيماوية

للنفايات ؛ مثل تقليل درجة الذوبان ، أو معادلة الحموضة أو القلوية .

عمليات الأكسدة الكيماوية

يعتبر السيانيد من النفايات الخطرة التى تتواجد فى صورة سوائل أو مواد صلبة . كما أن دفن النفايات الخطرة فى التربة هو الوسيلة التى اتبعت فى الماضى ومازالت تتبع حتى الآن؛ وهى تعد الوسيلة الفعالة لهذا الغرض. وحيث إن مركبات السيانيد يمكن تحويلها إلى مركبات غير سامة بسهولة .. لذا فليس هناك حاجة إلى دفن هذه النفايات .

إن النفايات السائلة المحتوية على سيانيد – والتى تشمل الروبات – عادة ما تعامل بالمواد المؤكهدة . وحيث إن معظم هذه المواد تنتج من محلات الطلاء .. فإنها عادة ماتحتوى على معادن سامة . فعادة ما يؤكسد السيانيد فى محاليل قلوية بواسطة الكلوريد أو الهيبوكلوريت . ويمكن أن يتم ذلك عن طريق أكسيد السيانيد الناتج من زيادة الكلورين. وعادة .. تترسب المعادن ؛ نتيجة لارتفاع القلوية (درجة حموضة ٥ر٨) . وفى حالة وجود الكروم يمكن أن يلعب دورا هاما فى أكسدة السيانيد .

وهناك طرق عديدة – خلاف الأكسدة – خصوصا فى حالة وجود كميات كبيرة ؛ لذلك .. تتم معاملة المحاليل بالتيار الكهربى ؛ حيث يمرر تيار كهربى فى محلول يحتوى على أيونات الكلور . وينتج من هذه العملية بعض الأملاح التى تحتوى على ١٢ – ١٨٪ من السيانيد . ويمكن التخلص منها عن طريق جرشها ، ثم إذابتها فى الماء ، والتخلص منهافى هيئة محلول سيانيد . وفى حالة وجود كميات كبيرة من نفايات السيانيد .. يمكن

استخدام الحرارة العالية للمعاملة .

ترسيب المعادن الثقيلة

تحتوى السوائل الناتجة من عمليات الطلاء على كميات من المعادن الثقيلة ؛ أهمها : النحاس ، والنيكل ، والزنك . ويتم التخلص من هذه المواد عن طريق إضافة الجير أو هيدروكسيد الصوديوم ؛ لترسيبها فى صورة مواد غير قابلة للذوبان . وعادة .. يتم ترسيب النفايات الخطرة الناتجة من المصانع على صورة هيدروكسيدات . كما أن الروبات المعاملة بالهيدروكسيدات لايتم ترشيح المعادن منها - غالباً - إلا إذا كانت ذات درجة حموضة عالية .

ويمكن ترسيب هذه العناصر الثقيلة - أيضا - بكبريتيد الصوديوم ، والثيوبوريا ، وثنائى الثيوكربونات ؛ حيث تنتج فى جميع الحالات رواسب كبريتيدية ، إلا أن الروبات - التى تحتوى على كبريتيدات - تكون معرضة للأكسدة الهوائية و التى تسمح بعملية ترشيح هذه المعادن .

الاختزال الكيماوى

يعتبر الكروميك من المواد الآكلة والشديدة السمية ، وتستعمل - عادة- فى معاملة المعادن ، وفى طلائها بالكروم . ويمكن تحويلها كيماويا إلى مواد غير سامة ؛ عن طريق الاختزال . وتشمل هذه العمليات الاختزال عن طريق ثانى أكسيد الكبريت ، وأملاح الكبريتيد ، وأملاح ثنائى الكبريتيد ، وأملاح الحديدوز . وعادة .. تتم هذه العملية فى درجة حموضة ، تتراوح من

٥ر٢ - ٣ ، ثم تتم إزالة الكروم الذائب خلال عملية ترسيب بالقلويات .

ويمكن استخدام أيدروكسيد الصوديوم بدلا من الجير ؛ حيث تقل كميات الروبات الناتجة .

التعادل الكيماوى

إن المحاليل المائية من العناصر الحمضية تنتج -عادة - من مصانع المعادن ، وكذا من مصانع الكيماويات ، وكذلك من العناصر الحمضية . وتخرج فى المقام الأول من مصانع المعادن ، وتحوى - فى العادة - معادن؛ مثل الحديد ، والزنك ، والنحاس ، والباريوم ، والنيكل ، والكروم ، والكادميوم ، والقصدير ، والرصاص . وهى محاليل تسبب تآكل المواد ، ولكن من السهل إيقاف هذا التأثير عن طريق عملية التعادل مع الجير المطفأ. أما الجبس .. فعادة ما يسبب مشاكل عند دفن النفايات بعد المعاملة فى التربة .

كما أن المحاليل أو المخلفات القلوية تصدر - أيضا - من كثير من العمليات الصناعية ، وخاصة الكيماوية . وعادة .. تنتج هذه النفايات من عمليات تكرير البترول ، ومن مصانع الطلاء ، ومن محلات التنظيف . وتخرج هذه المواد القلوية فى صورة معادن طين ، أو عوامل مساعدة، وهيدروكسيدات المعادن ، والفينولات ، والنفثالين ، والكبريتيدات ، والسيانيدات ، والعناصر الثقيلة ، والدهن ، والزيت ، والقار ، والريزينات الصناعية أو الطبيعية . وعادة .. يتم استخدام حامض الكبريتيك أو الهيدروكلوريك للمعادلة - ويتسبب حامض الكبريتيك فى تكوين رواسب

أكثر مما يكونها حامض الهيدروكلوريك .

فصل الزيت عن الماء

حيث إن خليط الزيت والمياه يحتوى - عادة - على مواد عضوية قابلة للتحلل .. فإن أفضل طرق للتخلص من هذا المخلوط استعمال المحارق المناسبة ، وحيث إن كثيراً من هذه المخاليط تحتوى على مواد مسرطنة قد تلوث الماء .. لذلك فإن معالجة المياه المخلوطة بالزيت يعتبر ليس من السهل. هذا .. ويمكن فصل الزيت عن الماء ؛ عن طريق الفصل الميكانيكى، أو الفصل بالطرق الطبيعية ؛ حيث يمكن إضافة بعض المواد التى تؤدى إلى انفصال الزيوت عن الماء . ومن أمثلة فصل الزيوت عن الماء إضافة مادة ألومنيوم كبريتات الهيدروجين ، ثم يضاف الجير ؛ لتتكون عجينة من الزيت، يسهل فصلها وحرقها . وفى صناعة المواد الغذائية يسهل فصل المحاليل الدهنية ، ويتم حرق الدهون .

وعادة مايتم استخدام الكائنات الحية الدقيقة ، خصوصا الكائنات الحية الموجودة فى التربة كوسيلة لهدم الدهون والزيوت فى النفايات ، خاصة فى حالة عدم وجود تركيزات عالية من المعادن السامة .

المذيبات المخلوطة بمواد شديدة الاشتعال

إن المذيبات العضوية الشديدة الاشتعال غالبا ما تكون مواد سامة ، كما أن خليط منها مع الهواء يعتبر من المتفجرات . ومعظم هذه النفايات يمكن استرجاعها ؛ لذلك يجب إشعال هذه المذيبات فى مناطق إنتاجها .

أما المذيبات غير القابلة للاشتعال - مثل الزيوت ، والروبات الزيتية - فعادة ما تحتوى على مواد شديدة السمية ؛ فلابد من حرقها فى محارق خاصة عالية الحرارة ؛ حيث يستعمل زيت الديزل كوقود مناسب ، مع ضرورة استخدام أجهزة لإزالة غاز حامض الهيدروكلوريك .

ثالثاً : المعالجة بالطرق البيولوجية

معظم نفايات المصانع يمكن معاملتها بالطرق البيولوجية المماثلة للطرق التى تستخدم في معاملة مياه صرف المجارى . إلا أن بعض النفايات لايمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة فى تحليلها ؛ نظرا لاحتوائها مواد شديدة السمية لهذه الكائنات .

وتشمل المواد التى يمكن تحليلها - بيولوجيا - نفايات تكرير البترول، والمواد العضوية الناتجة من مصانع الكيماويات ، وكيماويات حفظ الخشب، ومنتجات البترول والبلاستيك ، ومواد الطلاء ، وغيرها . وفى هذه الحالة.. يفضل تخفيف هذه الملوثات ؛ لمنع تأثيرها الضار على الكائنات الحية الدقيقة.

هذا ويمكن تشجيع نمو الكائنات الحية الدقيقة عن طريق إضافة مواد غذائية لها ؛ حيث تعتبر وسائل معالجة هذه النفايات من أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية . وتستعمل كثيراً - بنجاح فى الهند - للتخلص من النفايات .

ومن أنجح الأمثلة لاستخدام هذه الطرق أنه يمكن معاملة المخلفات

المحتوية على ...ر.٢ - ...ر.٤ مليجرام فينول / لتر ؛ بإضافة مياه صرف المجارى بمعدل ١ : ٣ مع التهوية ١٢ ساعة ؛ للحصول على إزالة تامة لـ ٩٥ - ٩٨٪ من الفينول فى الراشح الناتج .

إن نفايات صرف مصانع الأدوية تحتوى على ثلاثى كلوروفينول ، بتركيز ٢... - ٣... مليجرام / لتر . ويمكن إضافة مواد نيتروجينية وفوسفورية ، وكذا نواتج نصف صلبة من المجارى والتهوية ٢٤ ساعة ؛ لإزالة ٩٥٪ من هذه المواد .

كما أن مصانع الأدوية الهندية تعامل المخلفات المحتوية على ٢... - ٣٥... مليجرام / لتر فينول ؛ بإضافة مواد غذائية تحتوى على النيتروجين والفوسفور ؛ للحصول على سوائل معالجة خالية من ٩٠٪ من الفينول .

ويمكن لبعض مصانع المبيدات التخلص من أول كلوروبنزين ، وثانى كلوروبنزين ، والكلورال ، عند وجودها بتركيز أعلى من ٥٠ ملليجراماً / لتر، وتعامل بالنفايات الصلبة النشطة ، ولاتظهر فى السوائل الناتجة أية آثار من الـ DDT .

هذا ومن النادر أن نجد وسيلة واحدة قادرة على التخلص من النفايات فى السوائل ، ولكن غالبا ماتستخدم أكثر من طريقة . وقد تعامل النفايات قبل المعاملة بطرق خاصة ؛ للجو من تداخل مكون ، ثم يتم الفصل بعد ذلك. ونوضح - فيما يلى - بعض الاعتبارات الخاصة لكل طريقة من الطرق .

أولا : المعالجة بالترسيب والتجميع

Precipitation & Flocculation

إن عملية الترسيب هى عملية كيماوية طبيعية ؛ حيث تتحول كل المواد أو بعضها فى المحلول إلى صورة صلبة ، وهى تعتمد على العلاقات بين عملية التوازن الكيماوى ، التى تؤثر على قابلية الذوبان للمواد غير العضوية.

إن عملية إزالة المعادن كهيدروكسيدات أو كبريتيدات هى أهم الوسائل العامة فى ترسيب هذه المعادن من النفايات السائلة .

وعموما .. فالجير وكبريتيد الصوديوم يتم إضافتهما إلى النفايات السائلة فى (تنك) ويخلط مع المادة المجمعة .

معدن + أيدروكسيد ← أيدروكسيد المعدن

كبريتيد الصوديوم + كبريتات المعدن ← كبريتيد المعدن + كبريتات صوديوم .

وتعتمد الطريقة على ترسيب رواسب ، يتم تجميع حبيباتها ؛ لتكبر فى الحجم ، ويتم ترسيبها . ويتم الترسيب - عادة - فى غرف خاصة للترسيب كما هو موضح فى الشكل شكل (١٦) .

وعادة .. تعتمد عملية ترسيب أى معدن على درجة ذوبان المركب ونوع الأيونات ، وطريقة الترسيب ، وتركيزات المواد المضافة للترسيب والتجميع. وعادة .. يضاف ٣ أمثال كمية الجير اللازمة لترسيب المعادن ؛ بهدف

التفاعل الكيماوى
اضافة المواد المرسبة كيماويا
اضافة المواد المجمعة
دخول السائل المعامل
تنك الخلط السريع
التجميع
حوض التقليب
الترسيب
حوض الترسيب

شكل (١٦) : عملية الترسيب بالتجميع .

تقليل درجة ذوبان المركب المترسب إلى أقل حد ممكن .

وعادة .. يستعمل فى عملية التجميع .. الشبّة ، والجير ، وعديد من أملاح الحديد ؛ مثل كلوريد الحديديك ، وكبريتات الحديدوز ، وبعض المركبات العضوية بولى أكاريل أميد Polyacrylamide .

وتعتبر عملية الترسيب من العمليات المناسبة لترسيب المعادن من النفايات السائلة ، والتى تشمل الحديد ، والكادميوم ، والكروم ، والنحاس، والكلوريد ، والرصاص ، والمنجنيز ، والزئبق . ويمكن أيضا ترسيب كثير من الأيونات ، مثل الفوسفات ، والكبريتات ، والفلوريد .

وهناك بعض المحاذير على طريقة الترسيب ، فعلى سبيل المثال بعض المركبات العضوية تكوّن مع بعض المعادن مركبات عضوية معدنية معقده قد تعوق عمليه الترسيب ، وكذلك فإن السيانيد ، وأيونات أخرى فى النفايات المائية يمكن أن تشكل مع المعادن معقدات ، تعوق عملية الترسيب، كماأن اللزوجة العالية للنفايات تعوق عملية الترسيب .

ولقد نجحت المصانع التالية فى استخدام الأيدوركسيدات في عملية ترسيب نفاياتها، مثل مصانع الكيماويات غير العضوية ، و مصانع تجليخ المعادن ، ومصانع طلاء المعادن ، ومصانع النحاس ، ومصانع الألومنيوم ، ومصانع المفرقعات ، ومصانع إنتاج محطات القوى الكهربائيه ، ومصانع معدات التصوير ، ومصانع الأدوية ، ومصانع المطاط ، ومصانع البورسلين والبطاريات والحديد والصلب، والمعادن ، والفحم ، والإلكترونيات ، وغيرها.

أما عملية استخدام الكبريتيدات فى عملية الترسيب فقد نجحت فى عدة

مصانع ، مثل : مصانع معدات التصوير ، ومصانع الكيماويات غير العضوية ، ومصانع النسيج ، ومصانع المعادن غير الحديدية ، وغيرها.

وعاده .. تختار المادة المرسبة والمجمعة بناءً على اختبارات معملية للنفايات السائلة ، حيث يتم تحديد أحسن المواد الكيماوية ، وأحسن درجة حموضة ، وطرق الخلط السريع ، وكيفية إذابة الروبات وتجميعها وترسيبها.

ومن المواد المختارة لذلك الجير والجير المطفأ، وأيدروكسيد الصوديوم ، بالإضافة إلى كبريتات الصوديوم ، و كبريتيد الصوديوم ، وكبريتات الحديدوز. وعادة .. تتم عملية الترسيب والتجميع فى وحدة تتكون من (تنكين)، لكل منهما كفاءة معالجة لكمية النفايات الخارجة من المصنع . و عادة .. تصمم كل وحده لتستوعب . . .ر.١٩لتر يوميا ، أو. . .ر.٥ جالون . وفى هذه (التنكات) يتم حدوث التفاعل ، وفى الوقت نفسه يتم الترسيب.

ويجب قبل البدء فى المعاملة أخذ عينات من (التنكات) ، وتقرير كميات المواد المرسبة والمواد المتجمعة ، ثم تتم إضافة المواد اللازمة ، وخلطها لمدة عشر دقائق ، وعندما يتم التفاعل .. تترك المحاليل فى (التنك) دون تقليب ، حيث يتم الترسيب خلال عدة ساعات . ويتم الاحتفاظ بالروبة الناتجة ؛ لتكون نواة كبذرة ؛ لتكون بلورات كبيرة .

هذا .. وفى جميع الأحوال يجب أن يكون هناك مدفن للمواد التى تم ترسيبها ؛ للتخلص منها.

المعالجة بالترسيب بفعل الجاذبية Sedimentation

هى العملية التى تخضع للجاذبية ؛ لإزالة المواد الصلبة فى النفايات المائية . وتعتمد هذه الطريقة على مايأتى:

١ - حوض أو وعاء ، حجمه مناسب لاستقبال النفايات و ترسيبها لمده كافية .

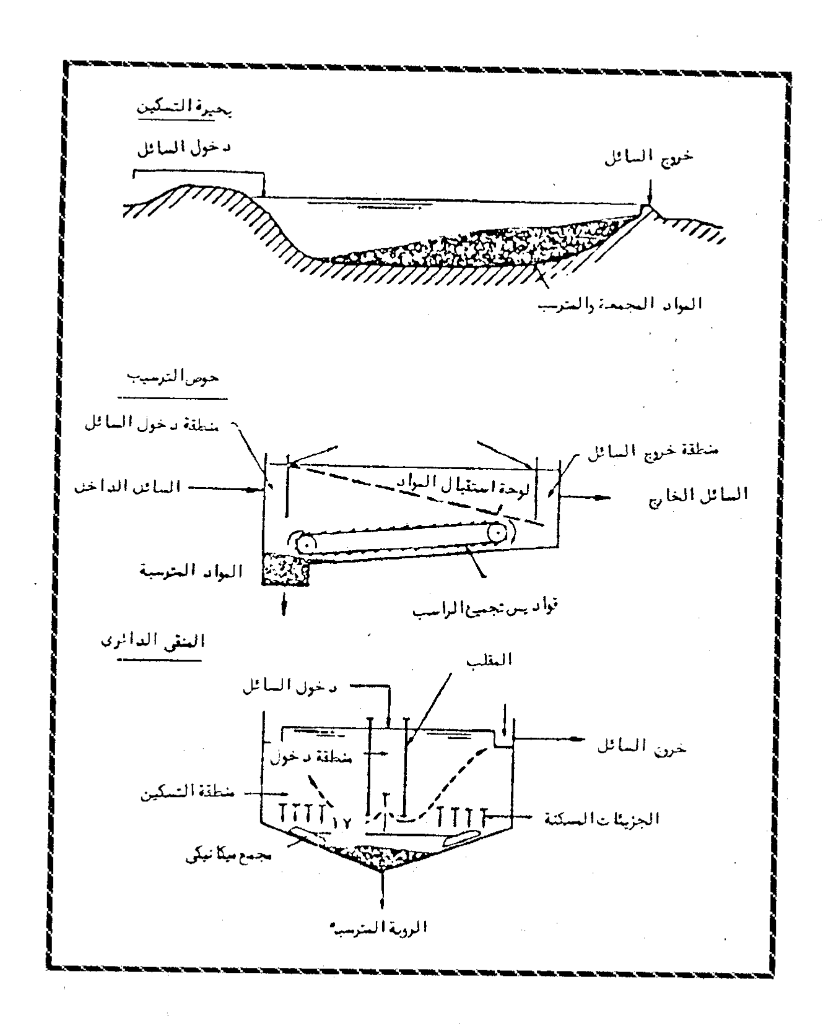
٢ - معاملة السائل فوق سطح الإناء، حتى يُسمح للنفايات بالترسيب .

٣ - توفير الشروط الطبيعيه لهذه المواد الصلبة ؛ للتجميع من الحوض.

وعادة .. يتم الترسيب فى أحواض ، أو مستنقاعات ، أو منقيّات ، أو أجهزه خاصة بالترسيب . كما يمكن استخدام حمامات السباحة فى هذه العملية .ويوضح الشكل رقم (١٧) ثلاثة أنواع لواحدات الترسيب ، وفيها تتجمع - عادة - المواد المترسبة فى قاع الحوض ؛ حيث يتم سحبها عن طريق فتحات خاصة ، أو انابيب خاصة ، أو سيفونات . هذا وقد تكون هذه الوحدات مستديرة أو مربعة .

وعادة .. تستعمل هذه الطريقه بنجاح فى النفايات السائلة المحتوية على مخلفات من مواد صلبة كبيرة . وتعتمد هذه الطريقة على سحب السوائل الصافية من أعلى ، أو سحب المواد المترسبة من أسفل . ويمكن زيادة كفاءة هذه الطريقة ؛ بإضافة بعض الكيماويات ؛ مثل الكربون الماص، و التبادل الأيونى ، وعملية الترشيح .

وتعتمد عملية استقرار المواد المترسبة على عوامل كثيرة أهمها : التيارات التى تحدث فى الأحواض ، و إزاله المواد الصلبة المترسبة ، وعمق



شكل (١٧) : الترسيب بفعل الجاذبية .

الحوض ، والوقت اللآزم لعملية الترسيب ، وسرعة خروج النفايات السائلة، ووصولها إلى الحوض ، ومساحة السطح الخارجى للحبيبات ، وحجمها. وعملية الترسيب بواسطة الجاذبية يمكنها الوصول باستخلاص ٩٠ - ٩٩٪ من المواد الصلبة المعلقة ، ولكن في المتوسط ما بين ٥٠ - ٧٠٪. ومن الصعب الوصول إلى درجة استخلاص أكثر من ٩٩٪.

و عموما.. فهذه الطريقة تعتبر طريقة عامة غير متخصصة ، ولا يتم فيها تحطيم الملوثات، كما ينتج عنها كميات هائلة من المواد المترسبة ، التى تحتاج إلى إعادة المعاملة أو الدفن .

معالجة السوائل المحتوية على زيت

تتم معالجة السوائل المحتوية على زيت بعدة طرق ؛ منها طريقة إزالة الرغوة، أو كسر المستحلب ، أو التقويم ، أو الطرد المركزى ، وغيرها من الطرق . وعادة ما تتواجد النفايات الزيتية فى ثلاث صور : إما فى صورة زيوت حرة ، وإمافى صورة مستحلبات ، وإما فى صورة ماء ذائب فى زيوت أو شحوم .

وتستخدم طرق معالجة السوائل المحتوية على زيت فى كثير من المصانع؛ مثل مصانع الحديد والصلب ، والسيارات ، ومعالجة المعادن ، ومصانع الألومنيوم ، ومصانع البطاريات ، وصناعة الأحماض والأخشاب ، وزيت النخيل ، ومصانع المطاط ، ومصانع طلاء المعادن ، وصناعة الصابون ، والمنظفات الصناعية .

وتستخدم طرق المعالجة هذه - حتى فى وجود الزيوت - بتركيزات تزيد

على . . . ر . . ٤ مليجرام / لتر.

وعادة يتم استخلاص الزيوت من هذه النفايات على عدة مراحل ؛ فإذا كان الزيت من النوع الحر القابل للطفو .. فإن عملية الفصل هنا تكون سهلة؛ حيث تترك النفايات لفترة ؛ حيث يطفو الزيت على السطح ، ويتم استخلاصه ، أما إذا كانت النفايات الآتية فى صورة مستحلبات ..فلابد من كسر المستحلب ، وإضافة تيار من الهواء للتمكن من فصل الزيت . وعندما يكسر الزيت ..يتم فصل الزيت بالطرق الطبيعية - سواء بالترسيب ، أم بالتعويم - لإزالة بعض المعادن ، أو ليعامل بعض المعاملات الأخرى.

ويتم - عادة - كسر المستحلب بإضافة الشبّة ، أو بعض مواد "البوليمر"؛ بقصد تجميع الجزيئات ؛ وطفوها فى صورة زيت.

و يمكن فصل هذه الزيوت عن طريق الترشيح الدقيق Ultra filtration ، أو عن طريق إمرار هواء ، او عن طريق الإمتزاج بمواد فصل ، أو عملية الكسر الحرارى للمستحلب ، أو باستعمال وسائل الطرد المركزى .

وعادة تستخدم مستحلبات الزيوت فى التبريد والتشحيم ، كما تستخدم للأكسدة فى كثير من الصناعات .

وعادة ما يتم نزع الريم عن طريق إزالة الرغوة بوسائل ميكانيكية؛منها جعل الوعاء يفيض ، فيسهل تجميع الرغوة . وعادة تضاف الأحماض والأملاح والبوليمرز لكسر المستحلب بين الزيت و الماء . وتضاف هذه المواد مع بعضها ، أو كل على حدة .

وفائدة الحامض هى جعل الحموضة ٣ أو ٤ ؛ لتؤثر على الرابطة الأيونية بين الماء والزيت .وعادة تستعمل أملاح الحديد والألومنيوم (مثل كبريتات الحديدوز ، وكلوريد الحديديك وكبريتات الألومنيوم) ؛ نظرا لرخص ثمنها .

ولا تخلو المياه - بعد المعاملة - من الزيت ؛ فخليط الزيت المحتوى على ٥ - ١٠٪ زيتا يحوى بعد المعاملة ١ ,. ٪ .

المعالجة بالأكسدة

يقصد بعملية الأكسدة : "تفاعل كيماوى ، يتم من خلاله نقل إلكترون أو أكثر من المادة التى يطلب أكسدتها إلى المادة المؤكسدة" .

وأشهر المعالجات بالأكسدة هى معاملة أيونات السيانيد بالبرمنجانات . (سيانيد + برمنجانات + أيون هيدروكسيل ← منجانات + سيانات + ماء . هذا .. ويمكن أكسدة السيانات ؛ ليتحول إلى ثانى أكسيد كربون ونتروجين.

ومن أمثلة المعاملات بالأكسدة :

١ - الأكسدة بالكلور أو بأملاح الهيبوكلور تؤدى إلى أكسدة قوية للمحاليل المحتوية على مواد قابلة للأكسدة ؛ مثل السيانيدوالفينول ، ولكن استعماله فى حالة الفينولات محدودة ؛ نظرا لتكون مادة سامة تسمى "كلوروفينول" ، إذا لم تحكم عملية الأكسدة .

أيونات سيانيد + كلورين ← كلوريد سيانات +أيونات كلور.

كلوريد سيانوجين + أيونات هيدروكسيل ←أيونات سيانات + أيونات

كلوريدات + ماء .

وعادة .. تتم أكسدة السيانيد فى درجة حموضة عالية جدا ؛ مثل درجة الحموضة (١٠)، ويحتاج إلى مدة تتراوح من ٣٠ دقيقة إلى ساعتين .

ويمكن تحويل السيانات إلى ثانى أكسد كربون ونتروجين بزيادة الكلور.

أيونات سيانات + أيونات هيدروكسيل + كلورين ← أيونات كلورين+ ثانى أكسيد كربون + نتروجين + ماء .

ويمكن تحويل السيانات إلي ثانى أكسيد كربون وآمونيا عن طريق التحلل المائى .

وعادة .. تتم أكسدة السيانيد على درجة حموضة ٨-٨٫٥ درجة ، بينما تتم عملية التحلل المائى للسيانات على درجة حموضة ٢-٣ درجة .

وعادة .. يُسْتَعْمَل (تنكان) لهذه المعاملات :(التنك) الأول يتم فيه إضافة الكلور إلى النفايات ، ويضاف إليها صودا كاوية ؛ لجعل الحموضة من ٩٫٥ - ١٠ درجة . أما التنك الثانى .. فإنه يتم فيه تحويل السيانات إلى ثانى اكسيد كربون ، ونتروجين ، وتعدّل درجة الحموضة إلى ٨،ويزود التنكان بمقلبات لتقليب المحلول مرة كل دقيقة .

المعالجة عن طريق الأكسدة بالأوزون

يعتبر الأوزون من أشد المركبات نشاطاً فى عملية الأكسدة : فهو يفوق ذوبان الأكسجين فى الماء بعشر مرات .

وعادة .. يستخدم الأوزون لأكسدة السيانيد إلى سيانيت ، ويؤكسد الفينول إلى عدة مركبات عديمة اللون وغير سامة .

ويفضل استخدام الأوزون فى حالة عدم وجود مواد مؤكسدة فى النفايات السائلة ،حتى لا تنافس الأوزون فى عمله .

أيونات سيانيد + أوزون ← سيانات + أكسجين .

واستمرار تعريض السيانات إلى الأوزون يؤكسدها إلى ثانى أكسيد كربون + نتروجين . ولكن هذه الطريقة غير اقتصادية ؛ ولذلك .. يلجاء إلى استخدام طرق التحلل المائي أو الأكسدة الحيوية ؛ لتحويل السيانات إلى ثانى أكسيد كربون + نتروجين .

ولا يستعمل الأوزون اقتصاديا إلا إذا كان تركيز الفينول في النفايات قليلا . أما فى حالة وجوده بتركيزات متوسطة أو كبيرة .. فلا يستخدم الأوزون اقتصاديا .

وعادة لا نعتبر مشكلة درجة الحموضة - فى حالة الأكسدة بالأوزون - أهمية حيث إن الأوزون لا يتأثر بالحموضة أو القلوية ، إلا أنه فى حالة تحويل السيانات إلى ثانى أكسيد كربون ونتروجين تحتاج العملية إلى تحويل المحلول إلى صورة قلوية ذات درجة حموضة ٩ قبل عملية إضافة الأوزون .

وحيث إن الأوزون من الغازات غير الثابتة ؛ لذلك يجب أن يتم إنتاج الأوزون فى الموقع ؛ عن طريق مولدات الأوزون .

وعادة .. يتم التحكم الأوتوماتيكى فى عملية الأكسدة بالأوزون ؛ نظرا

لخطورة استعمال الأوزون .

المعالجة بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية

تعتبر بعض المركبات العضوية شديدة المقاومة للأكسدة بالأوزون ؛ لذلك يتم استخدام الأشعة فوق البنفسجية ؛ بالتعاون مع الأوزون ؛ حيث تنشط هذه الأشعة الأوزون ، وتزيد من فعاليته ، وتقلل من الكمية المطلوبة منه .

الأكسدة باستعمال فوق أكسيد الهيدروجين

يمكن استخدام فوق أكسيد الهيدروجين كمادة مؤكسدة للفينول ، أو السيانيد ، أو للمركبات الكبريتية ، أو للعناصر المعدنية . ويمكن استخدام فوق أكسيد الهيدروجين فى وجود المعادن . ولكن هذا المركب حساس لدرجة الحموضة ودرجة الحموضة الدنيا ٣ - ٤ . ويمكن أكسدة السيانيد باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين فى وجود ظروف قلوية ، وفى وجود النحاس.

هذا .. ويمكن حدوث الأكسدة - أيضا - باستخدام برمنجنات البوتاسيوم. ولقد سبقت الإشارة إليها .

المعالجة بتحويل النفايات إلى مواد ثابتة أو صلبة

يستخدم هذا النوع من المعالجة لمعالجة النفايات، التى يمكن بها تحويل النفايات الخطرة إلى مواد صلبة ، يسهل تحويلها إلى مواد صلبة ، وترسيبها بعد تحويلها إلى مواد غير ذاتية .

وتتم هذه المعالجة باستخدام الأسمنت ؛ لتكوين مواد صلبة مع النفايات ،

أو باستخدام الجير ، أو باستخدام مواد بلاستيك تحتمل الحرارة، أو باستخدام البيوتامين ، والبارافين ، والبولى إيثلين ؛ باستخدام الكبسولات الدقيقة للغاية ؛ والتى تتحمل الحرارة ، أو باستخدام المواد الخاملة، أو باستخدام السليكا ؛ لتحويل النفايات إلى زجاج .

وعادة .. يستخدم الأسمنت والجير كوسائل رخيصة التكاليف ، بينما تعتبر بقية الطرق عالية التكاليف ، وغالبا لاتستعمل إلا فى حالة وجود مواد مشعة .

هذا .. ويمكن استخدام كثير من معادن الطين مثل البنتونيت، والكاؤلينيت والفيرماكيوليت،وكثير من معادن الطين الأخرى. ويمكن استخدام البوليمار العضوية ، وأهمها: اليوريافورمالدهيد، والبولى استر، والبولى بيوتادين .

المعالجة عن طريق معادلة الحموضة

معادلة الحموضة والقلوية إحدى العمليات التى تستخدم لمعالجة النفايات السائلة ، وتستخدم هذه الطريقة لترسيب كثير من المعادن الثقيلة الذائبة ؛ لتجنب تآكل المعدن ، أوالتآكل فى المبانى أو المواد ، وتعتبر كمعالجة أولية إذا كنا نود استخدام المعاملات الحيوية ، أو إذا كنا نود إعادة استخدام هذه المواد . كما تستخدم معادلة الحموضة من أجل كسر المستحلبات ، وكذا لإيقاف التفاعلات الكيماوية الحادثة . وهناك عدة طرق لإتمام عملية المعادلة؛ مثل خلط النفايات القلوية مع النفايات الحامضية ؛ للحصول على نفايات متعادلة ، أو عن طريق تمرير النفايات الحامضية على كمية من الجير

الحى ، أوعن طريق خلط النفايات الحامضية بمحاليل جيرية ، أو إضافة تركيزات عالية من القلويات (مثل الصودا الكاوية) إلى النفايات الحامضية، أو تمرير غاز ثانى أكسيد الكربون المضغوط فى النفايات القلوية، أو إضافة حامض الكبريتيك ، أو الهيدروكلوريك للنفايات القلوية .

هذا .. وتستخدم هذه الوسيلة من طرق المعالجة فى مصانع البطاريات والألومنيوم والكيماويات غير العضوية والحديد والصلب ، ومصانع احتياجات التصوير ، ومصانع المفرقعات ، ومصانع المعادن غير الحديثة ، ومصانع الصابون ،والمنظفات الصناعية ، ومصانع الأدوية ، ومصانع النسيج، ومصانع إنتاج مولدات الكهرباء .كما يمكن استخدامها - أيضا - فى مصانع السيارات ، أو المطاط ، وصناعات الصمغ والأخشاب والأحبار ومواد الطلاء .

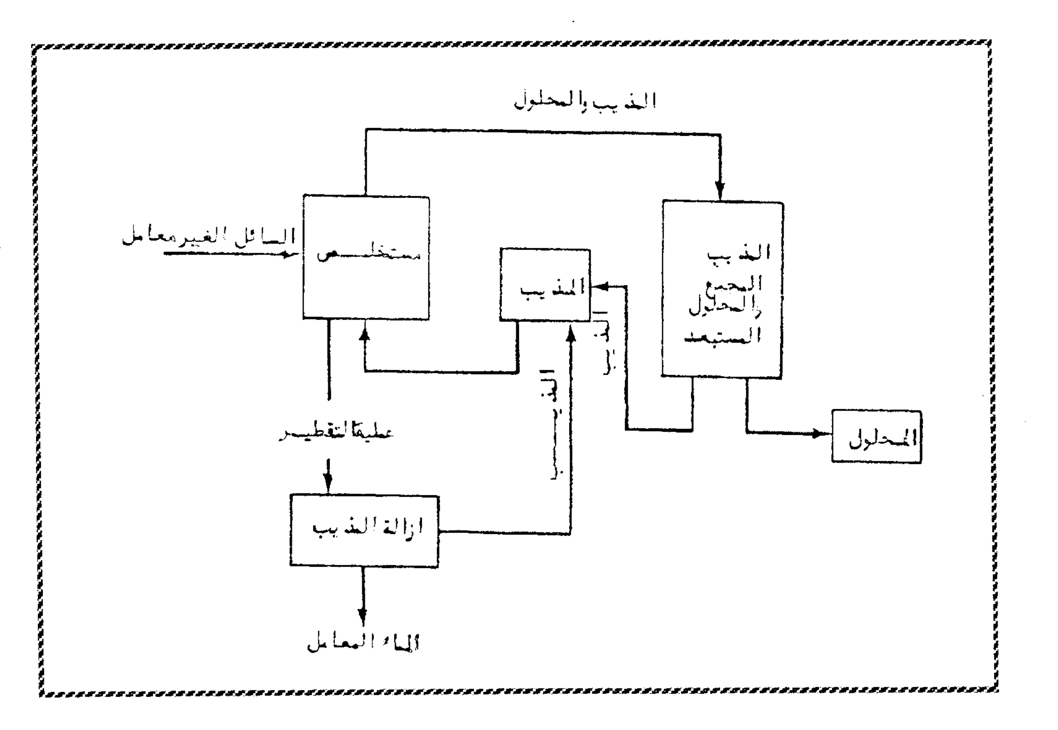
المعالجة بالمذيبات

يعرف الاستخلاص بالمذيبات باسم "استخلاص سائل من سائل". والاستخلاص - هنا يعتمد فى المقام الأول على بعض الاختلافات الطبيعية فى درجة ذوبان المركبات المراد إزالتها فى المذيبات المستعملة ، كما يعتمد الاستخلاص هنا - أيضا - على التفاعل الكيماوى .

ويبين الشكل رقم (١٨) عملية استخدام المذيبات فى استخلاص بعض التفاعلات الخطرة .

ويلاحظ - هنا - أن عملية الاستخلاص تمر بثلاث مراحل ، هى :

١ - المرحلة الأولى: وفيها يتم استخلاص المادة .



شكل (١٨) : طرق الاستخلاص بالمذيبات .

٢ - المرحلة الثانية : وفيها تتم إعادة الحصول على المذيب .

٣ - المرحلة الثالثة : وفيها يتم الحصول على النفايات الخطرة .

وعادة .. تتم المعالجة باستخدام المذيبات ، إما على مرحلة واحدة ، وإما على عدة مراحل .

وعموما .. تستخدم عدة مذيبات ،هى الزيوت الخفيفة الخام ، والبنزين ، والتلوين . وفى بعض الحالات .. يمكن استخدام الكلوروفورم ، والإثيل أستيت والايزوبروبيل إيثير ، والتريزيل فوسفات - الازوبيوتيل كيتون المثيلين كلوريد - البيوتيل أستيت .

وتستخدم طريقة المعالجة بالمذيبات فى اتجاهين : إما لاستخلاص الفينول، وإما لاستخلاص المركبات العضوية المهلجنة . وتستعمل هذه الطرق فى مصانع الحديد والصلب ، ومصانع الكيماويات العضوية ، ومصانع تكرير البترول .

هذا .. وتستخدم المذيبات لاستخراج الشيوزول فى مصانع المطاط، واستخراج الأحماض السلسيلك، وبعض الأحماض الأرومية . وتعتبر طريقة المعالجة بالمذيبات من المعاملات المطلقة .

معالجة النفايات فى صورة روبات

ينتج من الصناعة كميات كبيرة من مواد سائلة محتوية على كميات كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية فى صورة روبة Sludge.،وهذه الروبات قد تحتوى على ٩٧٪ماء . وغالبا ماتتواجد صعوبة كبيرة فى التعامل معها، خاصة فى جميع الأحوال المطلوب إزالة جزء كبير من الماء

الموجود بها ؛ حتي يسهل دفنها دفنا أرضيا ؛ لذلك يجب أن تعالج هذه النفايات بإحدى المعاملات الآتية : تعديل حالة هذه الروبات ؛ أوهضمها ، أوتحويلها إلى أسمدة ، أو تخفيضها ، أو إزالة الماء منها .

ونتكلم باختصار عن كل حالة .

أولا : تعديل حالة الروبة : وأولها نقص كمية المياه بهامن(٩٥-٩٨٪) إلى (٦٠ - ٧٥٪) . وقد يستدعى الأمر إضافة بعض الأملاح ؛ مثل كلوريد الحديديك بمفرده ، أو بالإضافة إلى الجير . وقد تضاف بعض المواد العضوية الأخرى . وعادة تضاف أيونات موجبة غير عضوية بقصد زيادة حجم الحبيبات ، أوتجميع الحبيبات ، أوتسهيل التصاقها ببعضها .

وقد تضاف كاتيونات من مواد مجمعة غير عضوية . ويمكن إضافة مواد غير نشطة كهربائياً ، وهذة تساعد على تجميع الأنيونات أوالكاتيونات .

وتختلف تكاليف طريقة المعالجة هذه باختلاف تركيز المواد الصلبة ، وكذا باختلاف حجم الحبيبات ،ومدى وجود مواد متطايرة ، ووجود مواد مختزلة ، أو قلوية .

هضم الروبات Digestion

تعتبر هذه الطريقة وسيلة من وسائل تثبيت الروبة ، أو تقليل أضرارها المرضية ، أوتقليل كمياتها . وعادة ..يتم الهضم الهوائى واللاهوائى .

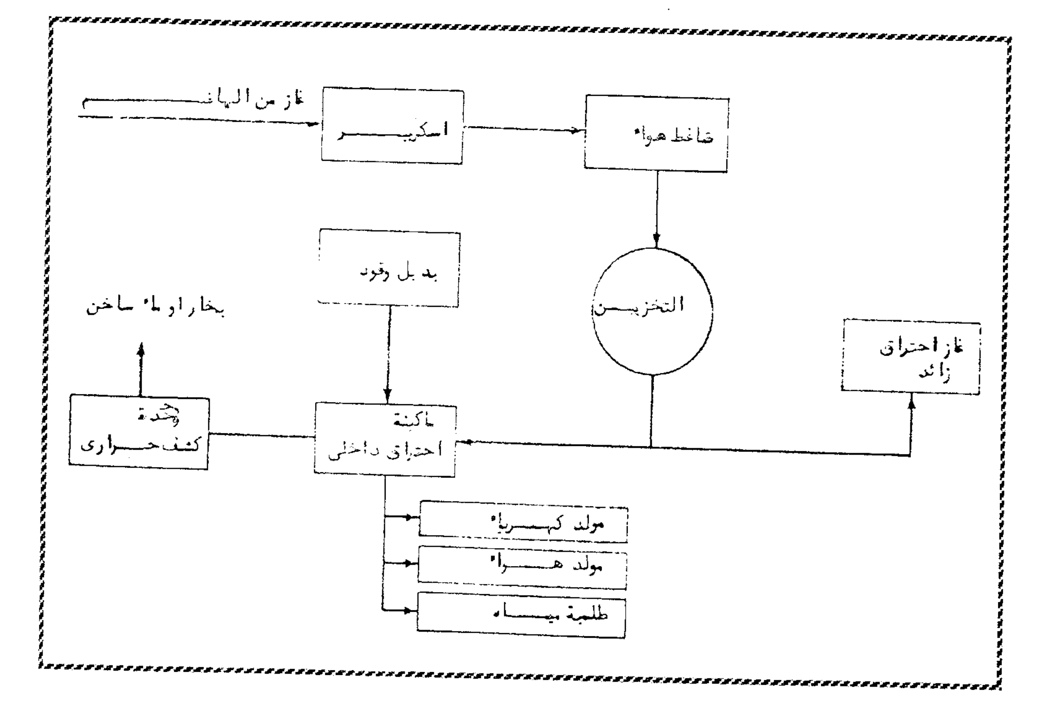
الهضم اللاهوائى Anaerobic Digestion

يجب أن تكون درجة الحموضة من ٨ر٦ - ٢ر٧ . وتكون المواد السامة غير موجودة . وفى هذه العملية .. يتم هضم ٥٠٪ من المواد الصلبة العضوية ، وتحويلها إلى سوائل أوغازات . وعادة ..يجب أن تتراوح درجة الحرارة من ٢٩ - ٣٥° م .ويجب ألاتتفاوت درجة الحرارة خلال اليوم الواحد بدرجة مئوية واحدة .هذا .. وتؤثر الأحماض الطيارة والمعادن الثقيلة والأكسجين والكبريتيدات والأمونيا على سير عملية الهضم ؛ فعلى سبيل المثال .. تعتبر الأمونيا مثبطة عندما يزيد التركيز على ٢٠٠٠ مليجرام/لتر مادة . وعادة يتم تثبيط عملية الهضم اللاهوائى إذا تواجد الكروميوم بتركيز ٣مليجرامات/ لتر ، والنيكل بتركيز ملليجرامين / لتر ، والزنك بتركيز ملليجرام/لتر ، والنحاس بنسبة ٥ر مليجرام/لتر شكل رقم (١٩) .

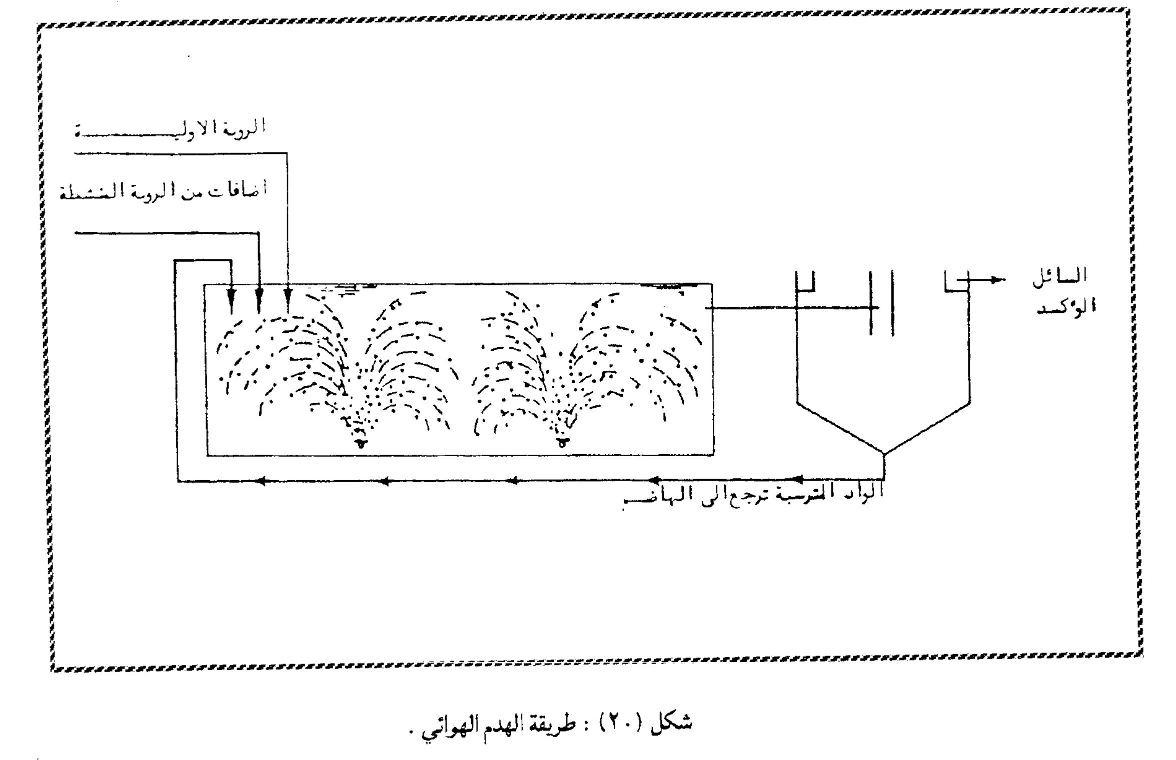
هذا .. وتخرج كميات كبيرة من الغازات التى يمكن استخراجها كوقود ؛ لرفع درجة حرارة البيئة ، أولاستعمالات أخرى .

الهضم الهوائى Aerobic Digestio

تعتمد هذه الطريقة على توفير الهواء للأنشطةالحيوية ، التى تحدث فى الروبات ؛ حيث تكون (التنكات)فى هذه الحالة مفتوحة . ويجب ألا تقل كمية الأكسجين الذائبة - طوال عملية الهضم - عن ١ر مليجراما/لتر . وتعتبر عملية الهضم الهوائى مرتفعة الثمن إذا ما قورنت بالهضم اللاهوئى ؛ حيث تحتاج إلى مصادر قوى لدفع الهواء ، وأيضا لتحريك الروبات شكل رقم (٢٠) .



شكل (١٩) : طريقة الهدم اللاهوائي .



شكل (٢٠) : طريقة الهدم الهوائي .

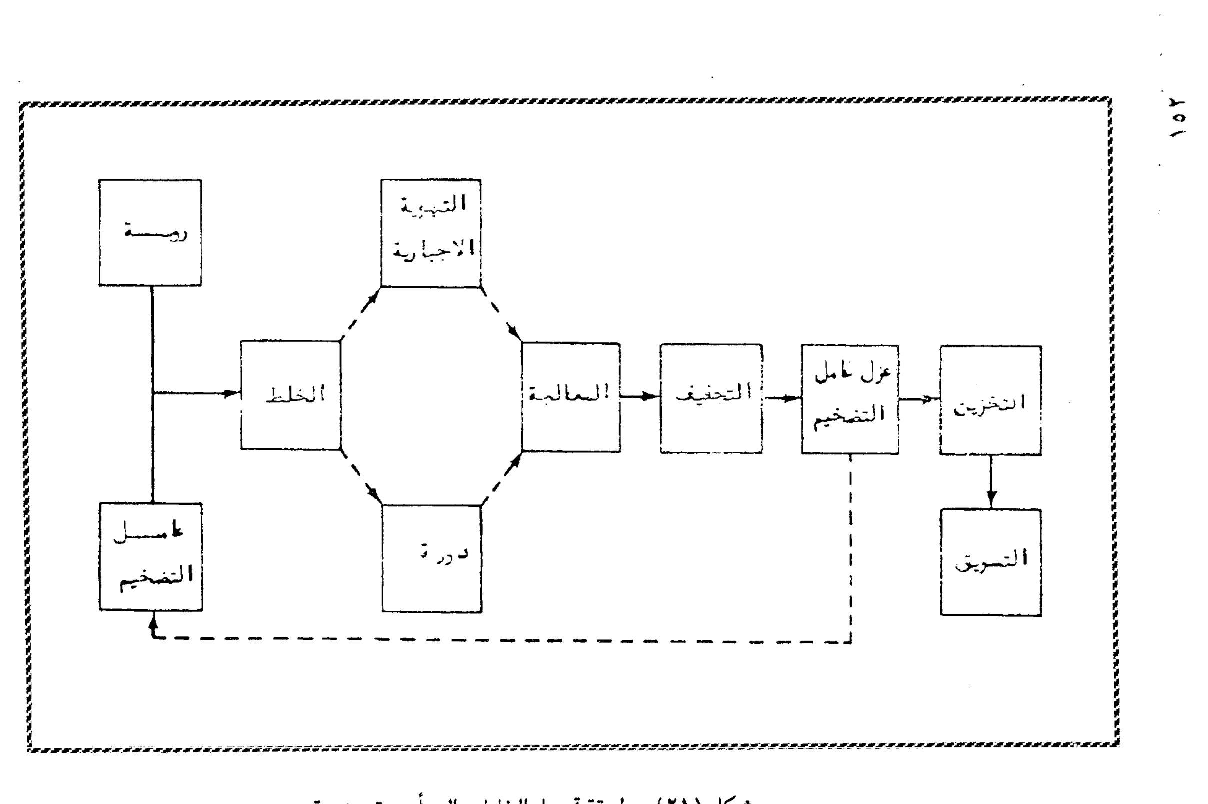
المعالجة عن طريق التحويل إلى أسمدة عضوية Composting

تعتبر هذه العملية من العمليات الحيوية الهامة التى يتم فيها تحويل المواد العضوية إلى مواد عضوية تحتوى على نسبة عالية من النتروجين ، وتعتبر سمادا عضويا عالى القيمة السمادية ؛ حيث تتاح للكائنات الحية الدقيقة أن تعمل فى مواد عضوية ، تم نزع كميات كبيرة من الماء منها ؛ حيث ترتفع درجة حرارة هذه المواد إلى ٤٥ - ٧٥ °م ، ويكون هذا الرفع بمثابة وسيلة للقضاء على عديد من الكائنات المرضة ، وكمنشط لنمو الكائنات الحية الدقيقة التى تحول المواد العضوية إلى مواد عضوية مهضومة وعالية المحتوى من النتروجين .

وتتلخص خطوات تحويل النفايات إلى أسمدة عضوية فى شكل (٢١) .

ويؤثر على نجاح هذه العملية كل من درجة الحموضة ، ومحتوى النفايات من المصادر الغذائية ، ومدى توفر الأكسجين . وتحتوى النفايات التى تم إزالة الماء منها - فى الغالب - على ٢٠٪ مادة صلبة . وفى هذه الحالة تحتاج إلى مواد مالئة للمواد الصلبة ؛ لزيادة النفاذية ، ولتسهيل دخول الهواء خلال عملية الهضم . ويجب ألاتقل كمية المياه عن ٤٠ - ٥٠٪ . وعادة .. تكون المواد المالئة فى صورة نشارة خشب ، أو قش أرز ، أو نفايات مزروعة ، أو قطع من كوتش السيارات .

وتلعب درجة الحموضة دورا هاما فى عملية نشاط الكائنات الحية ، وفى تحطيم المواد العضوية . ويجب ان تكون النسبة بين الكربون والنتروجين



شكل (٢١) : طريقة تحويل النفايات إلى أسمدة عضوية .

٢أو ٢٥ جزيئا من الكربون إلي جزيء واحد نتروجين . ويلعب تركيز الأكسجين فى النفايات دورا هاما فى زيادة نشاط الكائنات الحية . ويجب ألايقل تركيز الأكسجين فى هواء هذه المواد عن ٥ - ١٥٪.

الفصل السابع

التشريعات البيئية

للأسف الشديد لم يقم المشرع بوضع تشريعات أوقرارات بيئية ، تهدف إلى التخلص من النفايات الخطرة بالطرق العلمية السليمة ، ولم توضع تشريعات أوقرارات لمنع استيراد النفايات الخطرة ، ومنع دفنها فى أرض الوطن .

ونورد - فيما يلى - أهم الاتفاقات والتشريعات البيئية فى المجال الدولى.

اتفاقية بازل

تختلف اتفاقية بازل للتحكم فى نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود ، عن المعاهدات الدولية الأخرى التى سبقتها ، فى كونها ليست اتفاقية إطارية عامة للنوايا ، وإنما هى صك قانونى صارم لإنهاء ما يسميه الرئيس الكينى دانيال اراب موى "إمبريالية النفايات" . وقد أبدى قادة إفريقيون آخرون قلقهم إزاء ذلك ، وأعربوا عن مشاعرهم ، ليس فى المحافل

الدولية فحسب ، بل فى إفريقيا من خلال منظمة الوحدة الإفريقية ، وفى دولة كل منهم على حدة . وقد دعوا - فى نداء جماعى - إلى وضع حد لما يعتبرونه "جريمة ضد إفريقيا والشعب الإفريقى" .

والغضب وحده لا يكفى ؛ لذا .. قامت إفريقيا بدور محورى فى وضع اتفاقية "بازل" ، وتم دمج عدد من المقترحات التى تقدمت بها دولها فى نص الاتفاقية . كما أدرجت فى الاتفاقية القضايا التى أثيرت فى مؤتمر "دكار" الوزارى بشأن النفايات الخطرة ، المعقود فى كانون الثانى / يناير ١٩٨٩ .

وقد وقعت على الأتفاقية حتى الآن ٤٠ دولة والاتحاد الاقتصادى الأوربى . ومن المنتظر أن يوقع عليها مزيد من الدول . والأمل معقود الآن على أن توقع إفريقيا ؛لتتبدد بذلك مخاوف المجتمع الدولى ، إزاء رمز من رموز إساءة استغلال البيئة ، يحمل فى طياته الخطر والهلاك .

ولإعطاء فكرة عما تم إنجازه - حتى الآن - وما ينتظر أن ينجز .. يرد فيما يلى موجز ، يتضمن إشارات خاصة للقضايا الرئيسية التى تهم إفريقيا.

اتفاقية بازل .. لماذا أبرمت؟ وماذا حققت ؟

اعتمدت اتفاقية "بازل" للتحكم فى نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود فى ٢٢آذار/مارس ١٩٨٩ من قبل ١١٦ دولة ، شاركت فى مؤتمر المفوضين ، الذى دعا إلى عقده المدير التنفيذى لبرامج الأمم المتحدة للبيئة ، وتم عقده فى "بازل" ، بدعوة من حكومة سويسرا .

ووقعت خمس وثلاثون دولة والاتحاد الاقتصادى الأوربى على اتفاقية "بازل" فى الحال . وستدخل الاتفاقية حيز النفاذ عندما تصدق عليها ٢٠ دولة ، وذلك وفقا للمادة ٢٥ منها . وفى ٢٤ تشرين الثانى /نوفمبر ١٩٨٩ صدقت عليها دولة واحدة هى الأردن ، ويتهيأ عدد من الدول الأخرى حالياً للتصديق عليها .

ولقد وقعت على الوثيقة الختامية لمؤتمر "بازل" - التى تتضمن عدة قرارات تتعلق باتفاقية بازل ، وإعلانات أدلت بها الدول ، إلى جانب اعتماد الاتفاقية نفسها من قبل ١٠٥ دولة والاتحاد الاقتصادى الاوربى .

ومن بين الدول الإفريقية الأربعين الممثلة فى المؤتمر ، وقعت ٣٣ دولة على الوثيقة الختامية . وحتى هذا التاريخ .. لم توقع أية دولة إفريقية على الاتفاقية .

إن اتفاقية "بازل" هى نتاج المفاوضات التى أجراها - على امتداد ست دورات - فريق عامل من الخبراء الحكوميين القانونيين والتقنيين . وقد عقدت هذه الدورات على مدى ثمانية عشر شهرا . وعقد المدير التنفيذى لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة عددا من الاجتماعات التفاوضية غير الرسمية مع ممثلى الحكومات والمنظمات غير الحكومية والصناعة . وشارك فى دورات الفريق العامل هذه خبراء من ٩٦ بلدا، وحضرها ممثلون لأكثر من ٥٠ منظمة .

مؤتمر دكار الوزراى الإفريقي يحث على اتخاذ إجراء

فى أثناء عملية المفاوضات المذكورة أعلاه ، عقدت الدول الإفريقية مع الدول الأوروبية الغربية مؤتمرا وزاريا ، بشأن النفايات الخطرة ؛ وذلك فى دكار، والسنغال ، خلال الفترة من ٢٦ إلى ٢٧ كانون الثانى/يناير ١٩٨٩. وقد نوقشت القضايا الرئيسية فى مشروع اتفاقية "بازل" على ضوء الموقف المتخذ داخل منظمة الوحدة الإفريقية . وخلال النقاش .. تم التسليم - بوجه عام - بما يتسم به عدد من القضايا من أهمية خاصة بالنسبة للبلدان الإفريقية . واعتمد المؤتمر إعلانا مشتركا يحث - بقوة - كافة البلدان الإفريقية على المشاركة فى مؤتمر بازل .

حث منظمة الوحدة الإفريقية على التعاون مع المنظمات الدولية

حدد السيد موريغنغ كونيه - وزير البيئة بجمهورية مالى ، فى الخطاب الذى وجهه باسم الجنرال موسى تراوى ، رئيس جمهورية مالى ورئيس منظمة الوحدة الإفريقية آنذاك ، إلى مؤتمر المفوضين الذى عقد فى بازل ، فى ٣٠ آذار/مارس ١٩٨٩ - الإطار العام لموقف منظمة الوحدة الإفريقية . وذكر المؤتمر أن حضور الوفود الإفريقية فى "بازل" إنما يعكس وعيها بخطورة المشكلة ، وأهمية التصدى لها . وشدد على قناعة الأمم الإفريقية بأن إلقاء النفايات السامة فى القارة الإفريقية إنما هو "عمل إجرامى ومستهجن أخلاقيا" .

وفى معرض إشارته إلى الجهود التى بذلتها منظمة الوحدة الإفريقية فى السنوات الأخيرة للتصدى لهذة المشكلة .. تحاول - بوجه خاص - المناقشات التى دارت فى الدورة العادية الثامنة والأربعين لمجلس الوزراء ، وفى اجتماع قمة رؤساء الدول الذى تلاها ، والتى أدت إلى اعتماد قرار مجلس الوزراء١١٥٣ (د - ٤٨) . ويشجب هذا القرار عملية إلقاء النفايات النووية والصناعية فى إفريقيا ؛ باعتبارها جريمة ضد إفريقيا والشعب الإفريقى . ويدعو الدول الإفريقية إلى حظر استيراد هذه النفايات ، ويطلب من الأمين العام لمنظة الوحدة الإفريقية أن يتعاون مع المنظمات الدولية ذات الصلة ؛ لمساعدة البلدان الإفريقية فى إنشاء آليات مناسبة للرقابة .

وأشار - أيضا - إلى القرار الذى اعتمده مجلس الوزراء فى دورته العادية التاسعة والأربعين ، والذى دعا الدول الإفريقية إلي اتخاذ موقف مشترك فى عملية التفاوض بشأن اتفاقية بازل .

كيف أسهمت منظمة الوحدة الإفريقية وكل من البلدان الإفريقية على حدة فى اتفاقية "بازل" ؟

فى جلسة الفريق العامل الختامية ، وفى مؤتمر "بازل" .. اقترح السيد موريغنغ كونيه - وزير البيئة فى مالى - نيابة عن أعضاء منظمة الوحدة الإفريقية ، إدخال ستة تعديلات جوهرية على مشروع الاتفاقية ، أدمجت خمسة منها فى النص النهائي لاتفاقية "بازل" ، وسحب الوزير تعديلا واحدا منها ؛ لأنه كان مشمولا - سلفا - بصورة مرضية فى الاتفاقية .

بعض التعديلات الرئيسية

تتضمن الفقرة (١) من المادة ٢٢أحد أهم المقترحات المقدمة من منظمة الوحدة الأفريقية ، وهو أنه يجوز التصديق على الاتفاقية ، ليس من قبل منظمات التكامل الاقتصادى فحسب ، بل ومن قبل منظمات التكامل السياسى أيضا (مثل منظمة الوحدة الأفريقية) . وقد أدمج مقترح آخر مقدم من منظمة الوحدة الأفريقية فى الفقرة ٢ (هـ) من المادة ٤ ، التى تلزم حكومات الأطراف المتعاقدة بأن تضمن عدم السماح بتصدير نفايات خطرة من أراضيها ، إلى أية دولة ، إو أية دول حظرت استيراد هذه النفايات . كما يحظر تصدير النفايات الخطرة إذا كان لدى حكومة الدولة المصدرة ما يحملها على الاعتقاد بأن إدارة النفايات على نحو سليم بيئيا ، غير مكفول للدولة المستوردة لتلك النفايات .

ولقد اقترحت عدة بلدان إفريقية إدخال تعديلات جوهرية على مشروع الاتفاقية ،بلغت فى مجملها ١٥ تعديلا . وتم إدماج عشرة منها فى نص الاتفاقية ، واعتمد مؤتمر المفوضين ثلاثة منها كقرارت .

ونتيجة للمناقشات .. أدمجت جميع القضايا التى تم التركيز عليها فى مؤتمر "دكار" الوزراى فى اتفاقية "بازل" .

حظر استيراد النفايات الخطرة

لكل دولة حق سيادى فى حظر استيراد النفايات الخطرة . وتفرض الاتفاقية على أى طرف متعاقد التزاما مباشرا بكفالة عدم السماح بمغادرة أية شحنة نفايات خطرة أرضية إلى أى بلد قام بحظر استيراد تلك النفايات. ويعد نظام الرصد فى اتفاقية "بازل" طريقة مضمونة لتنفيذ الحظر ؛ فعلى سبيل المثال .. إذا قام أى طرف فى الاتفاقية بحظر استيراد النفايات الخطرة.. يتعين على الأمانة أن تبلغ الأطراف المتعاقدة الأخرى بهذا الحظر؛ مما يستوجب - عندئذ - على أى طرف متعاقد أن يضمن عدم شحن أية نفايات خطرة إلى ذلك الطرف الأول . وبدون نظام رقابة كهذا .. فإن أى مصدر قد يحاول مواصلة شحن النفايات الخطرة إلى بلد ما ، حتى وإن كان ذلك البلد قد حظر الواردات من النفايات ، بدعوى عدم معرفته بوجود الحظر. وتكفل وظيفة الرصد المنوطة بالأمانة مراعاة كافة البلدان المتعاقدة للحظر ، مراعاة تامة .

خفض توليد النفايات الخطرة وعمليات نقلها عبر الحدود

يقع على عاتق كل بلد الالتزام بخفض توليد النفايات الخطرة إلى حد أدنى ، والتخلص منها داخل أراضيه . وينبغى ألا يسمح بنقل النفايات الخطرة عبر حدوده ، إلا إذا كان هذا النقل يمثل الحل الأسلم من الناحية البيئية ؛ أى فى حالة انعدام المرافق الضرورية ؛ للتخلص من نوع معين من

النفايات فى بلد التوليد ، وتوفراها فى بلد آخر . ويجب على كل من بلدى الاستيراد والتصدير التقيد بإجراء صارم للغاية ، يقضى بالموافقة المستنيرة المسبقة من جانب البلد المستورد على النقل .

والواقع أن التشريعات الوطنية فى عدة بلدان صناعية كثيرة تحظر - بالفعل - تصدير النفايات الخطرة إلى البلدان النامية .

الاتجار غير المشروع

وقَعَتْ بلدان كثيرة - ولا سيما البلدان النامية - ضحية لعمليات غير شرعية لدفن النفايات الخطرة فى أراضيها . وأحد أهم أهداف إتفاقية "بازل" هو وقف مثل هذه الممارسات المستهجنة ، التى يمكن أن تؤثر على البيئة والصحة البشرية تأثيرا خطرا . وتنص الاتفاقية على أن الاتجار غير المشروع عمل إجرامى ، وتلزم جميع الأطراف المتعاقدة باتخاذ تدابير قانونية صارمة ؛ لمنعه والمعاقبة على ارتكابه . ويقع على أى بلد مسؤول عن أى نقل غير مشروع ، والالتزام بضمان التخلص من تلك النفايات على نحو سليم بيئيا ؛ وبهذا تكفل الأتفاقية إمكانية وقف مثل هذه الممارسات على الصعيد العالمى .

المساعدة التقنية

تفتقر بلدان كثيرة - ولاسيما البلدان النامية - فى معظم الأحيان إلى القدرة التقنية اللازمة لمعالجة النفايات الخطرة ، سواء أكانت نفايات خاصة بها ،أم نفايات مستوردة من بلد آخر . وبموجب أحكام اتفاقية "بازل" .. يقع

على كل بلد صناعى - يكون طرفا متعاقدا - الالتزام بمساعدة البلدان النامية فى المسائل التقنية المتعلقة بإدارة النفايات الخطرة ، وذلك دون التمييز بين البلدان التى توافق على استيراد نفايات خطرة من العالم الصناعى ، وتلك تحظر استيرادها ؛ ومن ثم .. سيتلقى أى بلد نام طرف فى اتفاقية "بازل" هذه المساعدة ؛ وعلى ذلك ستجرى مساعدة أى بلد فى تطوير التكنولوجيا اللازمة لمعالجة النفايات الخاصة به ، حتى وإن كان قد حظر استيراد النفايات الخطرة . ويأخذ هذا أهمية خاصة على ضوء تنمية التصنيع فى البلدان النامية .

الاتفاقيات الثنائية والمتعددة الأطراف

وفقا لأحكام الاتفاقية .. يجوز لجميع الأطراف المتعاقدة الدخول فى اتفاقيات ثنائية أومتعددة الأطراف ؛ بشأن نقل النفايات الخطرة . ويمكن أن تتضمن هذه الاتفاقيات أحكاما أكثر صرامة من أحكام اتفاقية "بازل" ، وعلى ذلك لا يبيح هذا النص أية عمليات لنقل نفايات خطرة لاتتماشى مع أحكام الاتفاقية . وفضلا على ذلك .. فإن إمكانية الدخول فى اتفاقيات منفصلة تجيز -لأية مجموعة بلدان متماثلة الظروف والأهداف - اعتماد سياسة مشتركة فيما يتعلق بنقل النفايات الخطرة ؛ فعلي سبيل المثال .. تستطيع البلدان الإفريقية أن تعتمد اتفاقا إقليميا يحظر الواردات من النفايات الخطرة ، وعندئذ .. يتعين إبلاغ الأمانة بالاتفاق ؛ لتقوم بدورها بإخطار كل الأطراف فى اتفاقية "بازل" . ويضمن نظام الرصد - المنصوص عليه فى الاتفاقية - أن يقوم كل بلد طرف فى الاتفاقية بمراعاة هذا الحظر .

النفايات النووية

من المسلم به - عموما - أن عمليات نقل النفايات النووية وإدارتها يجب أن تخضع لضوابط لا تقل صرامة عن تلك الواردة فى اتفاقية "بازل" . وتعمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية - حاليا - على اعداد مدونة ممارسة ، متفق عليها دوليا ؛ بشأن الصفقات الدولية المشتملة على نفايات نووية . وقد اعتمد مؤتمر"بازل" - بناء على مقترح قدمته زامبيا - قرارا يطلب من المدير التنفيذى لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة أن يتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ؛ من أجل كفالة أخذ أحكام اتفاقية "بازل" فى كامل الحسبان، لدى إعداد هذا الصك القانونى ، الذى ينتظر أن يتاح فى القريب العاجل .

المسؤولية

إن إحدى القضايا البالغة الأهمية - وبخاصة بالنسبة للبلدان التى وقعت فيما مضى ضحية لعمليات النقل غير المشروع للنفايات الخطرة - هى مسألة المسؤولية عن الأضرار الناجمة عن عمليات النقل هذه . وتلزم اتفاقية "بازل" الأطراف المتعاقدة بأن تعتمد - فى أقرب وقت ممكن - بروتوكولا بشأن المسؤولية . وقد اعتمد المؤتمر قرارا يطلب فيه المدير التنفيذى لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة إنشاء فريق عامل من الخبراء القانونيين والتقنيين ؛ لوضع مشروع هذا البرتوكول ؛ كى ينظر فيه مؤتمر الأطراف فى اجتماعه الأول . وشرعت أمانة برنامج الأمم المتحدة للبيئة - فعلا - فى إعداد مشروع بروتوكول بشأن المسؤولية . وتتمثل العناصر الرئيسية لاتفاقية "بازل" فى وجوب نقل أقل قدر ممكن من النفايات الخطرة من بلد إلى أخر ، ووجوب

التخلص من أكبر قدر ممكن منها بالقرب من مكان توليدها ، وبطرق سليمة بيئيا . والحل الأمثل هو تقليص إنتاج النفايات الخطرة إلى أدنى حد ممكن .

وتعد اتفاقية "بازل" وثيقة صارمة وملحة الطابع ، يعتزم المجتمع الدولى أن يكفل نفاذها فى أسرع وقت ممكن .

تم بحمد الله

التجميع والتجهيز الفنى
مركز سلطان العلمى للكمبيوتر
شارع المدينة المنورة - البر الشرقى
شبين الكوم - المنوفية ت : ٣٢٢٨.٢ - ٤٨.

مَطابعُ مؤسسَة دار الشعبْ ـ للصحَافة والطباعة والنشرُ
٩٢ شارع قصر العيني ـ القاهرة ت : ٣٥٥١٨١٠ ـ ٣٥٥١٨١٨ ـ ٣٥٤٣٨٠٠